

REVISIÓN DEL CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO

TOMO 1

TESIS DOCTORAL



Santiago Muñiz Gómez Arquitecto

Director

D. Juan B. Pérez Valcárcel Dr. Arquitecto

Octubre 2001



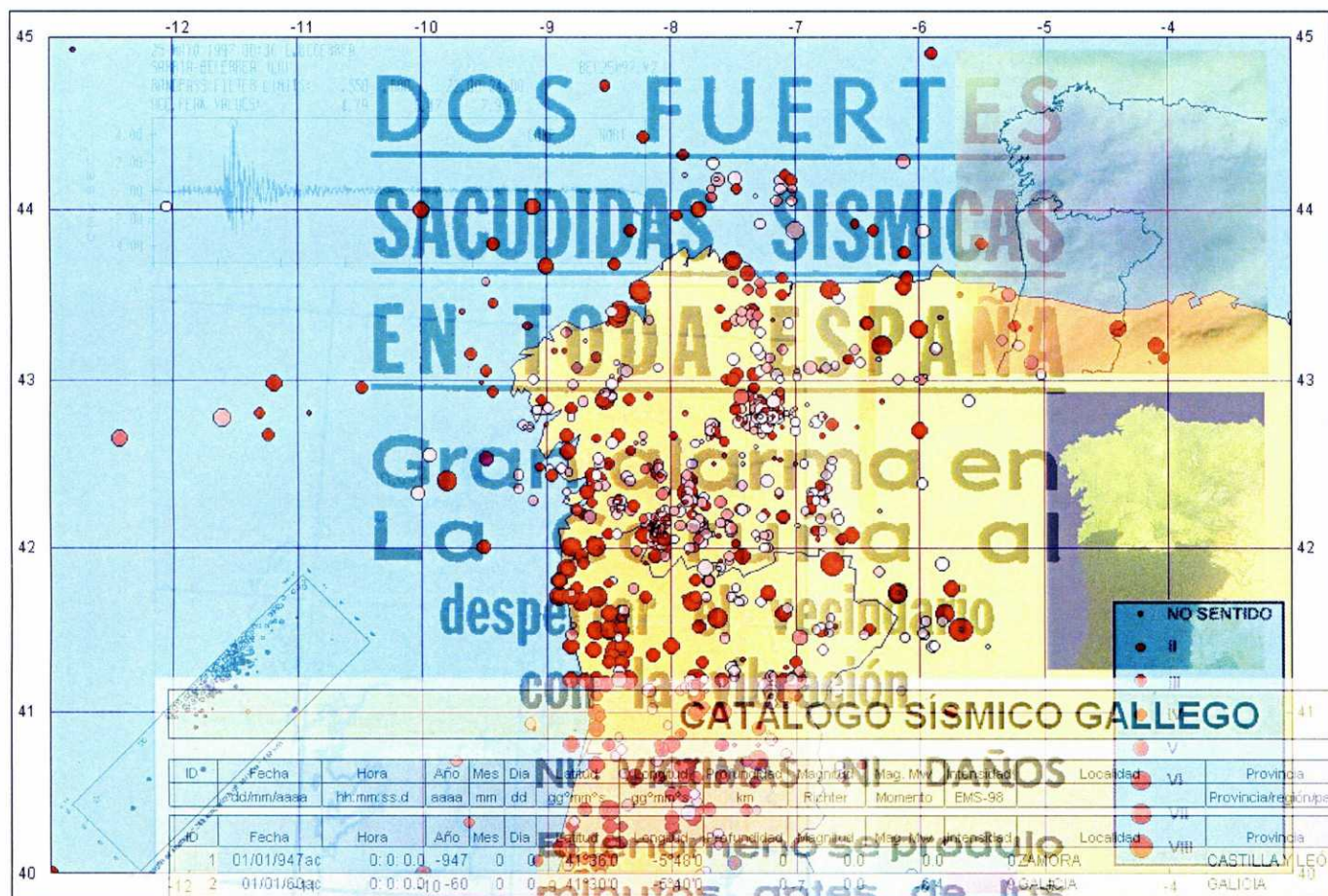
UNIVERSIDAD DE A CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Departamento de Tecnología de la Construcción

REVISIÓN DEL CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO

TOMO 1

TESIS DOCTORAL



Santiago Muñiz Gómez Arquitecto

Director

D. Juan B. Pérez Valcárcel Dr. Arquitecto

Octubre 2001



UNIVERSIDAD DE A CORUÑA

*Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Departamento de Tecnología de la Construcción*

0 - PRÓLOGO

"De las cenizas de lo viejo nacerá lo nuevo, y mirará hacia atrás sin saber lo que buscar." (H.P. Lovecraft).

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Un trabajo de este tipo sólo es posible con la colaboración desinteresada de muchas personas. Sería largo señalarlas en pocas líneas y correríamos el riesgo de dejarnos alguna en el tintero.

Sin duda las personas que más han "sufrido" este trabajo son mi esposa Bea y mis hijas, Uxía y Beti, por la atención a ellas robada. Gracias por su apoyo, intentaremos recuperar parte de este tiempo en un futuro.

Tenemos que nombrar a la totalidad de los compañeros del Departamento de Tecnoloxía de la Construcción, de la Universidad de A Coruña, encabezados por Juan B. Pérez Valcárcel, el cual nunca ha actuado como jefe y siempre lo ha hecho como amigo.

Debemos mencionar también al personal que hemos molestado del Instituto Geográfico, tanto en Madrid como en A Coruña, agradecer la contestación a los correos enviados y el envío de documentación solicitada.

Este agradecimiento es extensivo a miembros de otros organismos, también molestados por nuestras solicitudes.

Un reconocimiento también a los diversos funcionarios de bibliotecas y archivos consultados, por su paciencia demostrada en la búsqueda de información

Es necesario mostrar nuestro agradecimiento a diversos organismos que han aportado en algún momento soporte económico para la elaboración de este trabajo. Así debemos mencionar a la Xunta de Galicia y al Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia –en conjunción con la ETS de Arquitectura de A Coruña-, por sus becas predoctorales; o como al Consejo Superior de Arquitectos y a la Universidad de A Coruña, por la subvención obtenida para asistencia a cursos.

Gran parte de la labor de documentación se ha obtenido en la múltiples páginas web existentes sobre sismología a lo largo y ancho del mundo. Nuestro eterno agradecimiento a la gran cantidad de personas que aporta su trabajo de forma desinteresada a la comunidad. Es totalmente imposible citarlas a todas, en <http://www.geophys.washington.edu/seismosurfing.html> o en su imagen <http://seismo.ethz.ch/seismosurf/seismobig.html> hay sólo algunas, pero son muchas más. Desde nuestra modesta página (<http://www.estructuras.udc.es>) intentaremos también aportar nuestro granito de arena a la comunidad internauta. Sigue siendo algo mágico el recibir un sismograma de un terremoto ocurrido al otro lado del mundo en menos de 15 minutos de su ocurrencia. Sin duda la sismología no sería lo mismo sin Internet, y le dedicamos un capítulo específico al tema.

Por separar la paja del trigo hay que decir algo de esas otras personas que no estuvieron a la altura de las circunstancias, haremos el esfuerzo de olvidarnos de ellas esperando que otros tengan mejor fortuna que nosotros.

SUMARIO

Todo estudio sobre sismicidad de una determinada zona geográfica necesita basarse en un catálogo sísmico lo más exhaustivo y exacto posible. De éste dependerán, en consecuencia, la bondad de los resultados obtenidos, sobre todo en zonas geográficas con baja sismicidad, como es el caso de Galicia.

Las series sísmicas de los años 1995 y 1997 han causado una cierta alarma en la población y han originado diversos estudios científicos que se concretan en la próxima revisión de la sismicidad gallega en el proyecto de nueva Norma Sísmica Española.

El presente trabajo trata sobre la Revisión del Catálogo Sísmico Gallego teniendo en cuenta lo publicado en la prensa local, trabajo que denota la existencia de diversos errores en el Catálogo Oficial español.

También se actualiza el catálogo a la escala de intensidad EMS-98 y se incluyen valores de magnitud momento.

El trabajo se concluye con una serie de mapas y tablas que permiten analizar la sismicidad gallega de una manera más intuitiva.

Palabras clave: Sismicidad; Riesgo Sísmico; Sismología histórica.

SUMMARY

All research on seismic risk of one determinate geographical zone needs to be based on a Seismic Database more exhaustive and exact posible. At consequence, of this Database will depends the goodness results obtained, above all at geographical zones with low seismicity, as is the case of Galicia (Spain).

The seismic sequences at the years 1995 and 1997 have caused one certain alarm at the population and have originated diferent scientific woks forthcoming revision of the galician seismicity at the project of new Spanish Seismic Code.

The present work is about of the Revisión of the Seismic Database of Galicia on the base of it published at local newspapers, work than denotes the existence of diverse errors at the Officer Spanish Database.

The database is actualicity too to the EMS-98 scale of intensity and it is incluyed terms of moment magnitud.

The work is over with a serie of maps and tables that permits to analyze the galician seismicity in a intuitive form.

Keywords: Sismicity; Seismic Risk; Historical Seismology

INTRODUCCIÓN Y NOTAS PREVIAS

Si bien es cierto que en zonas con alta sismicidad, el conocer datos de sismos con intensidades inferiores a IV no es determinante, esto no es así en el caso de zonas con baja sismicidad, como es el caso de una buena parte del territorio español, donde éstos serán los sismos habituales y, en consecuencia, los que condicionarán el riesgo sísmico de la zona geográfica en cuestión.

Las pasadas series sísmicas de Sarria-Becerreá (años 1995 y 1997), han creado una cierta inquietud en la población, como queda reflejada, por ejemplo, en las relativamente habituales notas en la prensa regional sobre todo lo referente a noticias sísmicas.

Estas series han originado diversos estudios científicos sobre la región, que se plasman en parte, en la nueva Revisión de Norma Sísmica española, actualmente en elaboración, y en la que parece que se va a modificar de forma significativa la sismicidad de la Comunidad Gallega.

Evidentemente existen en nuestro país diversos catálogos sísmicos, pero consideramos que no son suficientes en el caso de Galicia donde, salvo épocas concretas en el tiempo, como pueden ser los estudios de Rodríguez de la Torre, en el siglo XIX, no existen estudios específicos sobre la sismicidad histórica en Galicia.

Parece claro que todo catálogo sísmico histórico posee errores y omisiones, lo que hace necesario una investigación y actualización continuada que permita ir eliminándolos y completando los datos en él contenidos.

Trata el presente trabajo sobre la revisión del Catálogo Sísmico Gallego. Centrado sobre todo en cotejar los datos de los catálogos oficiales con las notas de prensa escrita local

existente, lo que, estimamos, permitirá un mejor conocimiento de la sismicidad histórica gallega y un catálogo mas completo de la misma.

OBJETIVOS GENERALES

La aparición de la prensa escrita supone un avance sustancial para el estudio de la sismicidad histórica. Por primera vez tenemos publicaciones consecutivas en el tiempo, editadas en un determinado lugar, que dan noticias, entre las que se encuentran las sísmicas. Esto nos permite primero datar, luego localizar y, además, podemos determinar la intensidad aproximada del sismo en función de los efectos descritos, por lo que, en general, nuestro conocimiento de la sismicidad de una determinada zona será claramente mayor desde la aparición de este tipo de medios escritos. Con anterioridad a la existencia de dicha prensa es necesario recurrir a crónicas de época o descripciones de daños, que suelen coincidir con importantes eventos sísmicos, que originan al menos daños materiales, pero no recogen, en general sismos con intensidades inferiores a VI-VII.

Cabría pensar que este estudio de la prensa es válido solamente hasta la aparición de los primeros sismógrafos a principios del siglo XX, ya que entonces, tendríamos localizaciones mas o menos exactas de los epicentros, así como datos concretos sobre la magnitud del sismo: No es cierto, seguirá siendo necesario recurrir sistemáticamente a la prensa y a las encuestas macrosísmicas. Nos llevaremos sorpresas por la relativamente importante cantidad de errores contenidos en los catálogos sobre la base de tomar como definitivos datos de catálogos tomados de épocas instrumentales, que contienen claros errores bien de fechas, bien de intensidad e, incluso de localización.

Llegados a este punto conviene comprender como se ha venido elaborando el Catálogo

Oficial Español, sobre todo en cuando a la catalogación de sismos antiguos. Como veremos, en general, estas catalogaciones iniciales se deben a autores como **Perrey** (1875) o **Galbis** (1932) que, con un fuerte esfuerzo personal, recopilan una inestimable información sobre distintos eventos sísmicos. **Perrey** parte, entre otros documentos, de prensa de Madrid, mientras que **Galbis** recopila en gran medida los datos de **Perrey** (sismos anteriores al siglo XX), transcribiéndolos directamente y añadiendo otros recopilados de diversos medios.

Será posteriormente **Munuera** (1963) quien formará la base del actual Catálogo Sísmico Nacional, transcribiendo –muchas veces de forma literal- el catálogo de **Galbis**. Estos datos se completarán en el año 1983 por el Ministerio de Obras Públicas (**Mezcua** y **Martínez**). Centrándose a partir de aquí los principales esfuerzos de los Organismos Oficiales en completar con sismos nuevos el catálogo –Boletín de Sismos Próximos-, pero dedicando relativamente pocos medios a completar datos sobre sismos anteriores en el tiempo.

Vemos que, en la práctica, tan sólo **Perrey** recurre a fuentes de hemeroteca directa, y para eso prensa de capitales, o sea, a noticias de segunda mano, con numerosos errores y datos sin contrastar debidamente en muchos casos. **Galbis** y posteriormente **Munuera** transcriben directamente estos datos sin la aconsejable revisión de fuentes, con los que introducen nuevos errores en la transcripción.

Es decir, tenemos un catálogo –lo mismo ocurre en el resto de Europa- en el cual los datos de la época pre-instrumental e incluso hasta los años 50, contiene numerosos errores y lagunas, tomándose por los diversos investigadores, en general como verdades más o menos absolutas, siendo frecuente encontrarse artículos y cálculos de riesgo sísmico sobre la base de estos datos condenados consecuentemente a contener errores, en muchos casos de bulto.

Poco a poco nos vamos dando cuenta de este hecho, teniendo que recurrir de forma sistemática de nuevo a las fuentes, para poder comprobar la fiabilidad de los diversos catálogos. Ya investigadores de prestigio como **Melville y Musson** en 1986 (Gran Bretaña); **Levret** en 1988 (Francia); **Guidoboni y Ferrari** en 1986 (Italia) y **Rodríguez de la Torre** en 1990 (España) toman conciencia de este problema y recurren de forma sistemática a la prensa local de los últimos siglos, procediendo a la revisión de los catálogos oficiales.

La situación gallega no es distinta a otras zonas europeas, no existiendo en la práctica estudio concretos sobre su sismicidad histórica, fuera de lo expresado anteriormente.

Rodríguez de la Torre completa y revisa en gran medida el catálogo español en el período de 1800 a 1900 (siglo XIX). Poco más existe, de una lectura rápida del catálogo oficial, vemos que existen numerosos huecos en blanco, ya sea de horas de ocurrencia, localización e incluso intensidad. Este último quizás sea el aspecto más importante. El no tener asignada intensidad un determinado sismo supone, en la práctica, la no consideración del mismo para cálculos de riesgo sísmico, al ser ignorados por los ordenadores, por lo cual se nos antoja imprescindible completar adecuadamente estos datos en la medida de lo posible.

No existen estudios similares a los de **Rodríguez de la Torre** en el siglo XX, por lo que, curiosamente, el período más cercano en el tiempo, por lo menos en su primer tercio, es menos conocido que la segunda mitad del siglo XIX.

Conviene señalar también que el nacimiento de la época instrumental en Galicia comienza en los años 70, con la instalación del observatorio de Santiago de Compostela (1971), instalándose posteriormente la red sísmica del Instituto Geográfico Nacional en

los años 80, lo que nos da una idea clara de la calidad de datos que tenemos de los sismos ocurridos en la primera mitad del siglo XX, teniendo que recurrir a los contenidos en el Observatorio de Toledo.

Consideramos que todo lo anterior aconseja una revisión en profundidad del catálogo sísmico gallego y no somos los únicos; En efecto, **Juan Rueda y Julio Mezcua** (2001) en su trabajo sobre Sismicidad y Peligrosidad sísmica en Galicia, efectúan una revisión del catálogo oficial con los datos de **Rodríguez de la Torre**, que hacen variar los mapas de riesgo de Galicia y que se verán reflejados en la próxima norma sísmica, en este momento en borrador.

CUESTIONES METODOLÓGICAS

Todos los trabajos sobre sismicidad suelen contener una parte dedicada a aspectos en teoría accesorios y que se dan por conocidos. No se trata de una manera de “hacer bulto”, nada más alejado de la realidad. Para poder comprender gran parte de los conceptos y objetivos buscados es necesario tener una mínima “cultura sísmica”. A lo largo de estos años nos hemos encontrado confusiones conceptuales importantes, incluso en personas con formación técnica. Conceptos como intensidad y magnitud no sólo se confunden a diario en la prensa y en la opinión pública, sino también en profesionales técnicos y profesores universitarios. No se puede entender la necesidad de un buen catálogo sísmico sin conocer como se realizan los cálculos de riesgo sísmico.

Lo anterior significará también la necesidad de incluir un análisis geológico de nuestra comunidad, entendiendo las principales características del territorio gallego y su formación a lo largo de los periodos geológicos.

Para poder entender los grandes “vacíos” históricos en la prensa del XIX es necesario comprender la trepidante historia española durante este siglo, veremos que los acontecimientos históricos influyen en muchas ocasiones de manera decisiva en las noticias sísmicas. Existirá pues una parte dedicada a comprender la evolución de la historia de la prensa y de las tecnologías de información empleadas.

Incluso tendremos que conocer el proceso histórico seguido por la instrumentación sísmica, con el fin de poder comprender el grado de precisión de los registros sísmicos que han llegado a nuestros días.

Siguiendo a Rodríguez de La Torre, podemos establecer dos métodos de búsqueda de información histórica sobre eventos sísmicos: El método intensivista y el extensivista. El primero consiste en que, sabiendo la fecha de ocurrencia de un determinado hecho, ampliar el conocimiento del mismo sobre la base de documentación de época. El segundo es una “búsqueda a ciegas”, con lectura sistemática de documentación histórica, sobre todo de prensa escrita, buscando ocurrencias de sismos que hayan pasado desapercibidas a los distintos catalogadores.

En nuestro caso se ha seguido el primero, el intensivista, procurando completar los numerosos “huecos” existentes en el Catálogo Sísmico Nacional, así como corregir posibles errores que puedan aparecer en el mismo. Esto no quiere decir que éstos sean todos los sismos ocurridos en los dos últimos siglos en nuestra comunidad, ni mucho menos, es de suponer que existan sismos inéditos, sobre todos en dos períodos de tiempo concretos: La primera mitad del siglo XIX, donde es complicado encontrar prensa local con una continuidad temporal sistemática y el primer tercio del siglo XX, poco estudiado en este momento. Serán investigaciones a realizar fuera ya del marco de este trabajo.

No todas las provincias gallegas van a tener una información homogénea. Los principales periódicos se han venido editando sobre todo en zonas urbanas: A Coruña, Vigo, Santiago de Compostela, e incluso Ferrol y Lugo. Sin embargo la aparición de la prensa diaria de un modo continuado es tardía en Orense, por lo que se considera que esta provincia está poco estudiada, siendo previsible que el porcentaje de sismos inéditos sea mayor que en el resto de Galicia.

En una segunda fase del trabajo se realiza una búsqueda más concreta en la prensa local de un determinado sismo. Así, si tenemos catalogado un sismo en Chantada (Lugo), primero buscaremos reseñas en la prensa de tirada regional (La Voz de Galicia, El Faro de Vigo y El Correo Gallego), recurriendo posteriormente a prensa local editada en esas fechas (El Progreso de Lugo, etc.).

El proceso seguido se puede esquematizar:

-1.: Análisis de los principales periódicos gallegos que han tenido una presencia histórica constante hasta nuestros días:

- La Voz de Galicia
- El Correo Gallego
- El Faro de Vigo

Estos periódicos se analizan en comparación con los catálogos oficiales y los diversos estudios existentes. Además esta prensa posee la característica de tener corresponsales en las principales capitales y poblaciones gallegas, por lo que cubren un importante porcentaje de territorio con noticias de primera mano, si recurrir a otras fuentes. En este caso no ha sido posible consultar la totalidad de números, al existir

huecos temporales en las hemerotecas consultadas, como ocurrió en el caso de El Faro de Vigo. Queda para un análisis posterior el completar estos huecos.

-2.: Análisis de la prensa local. Para sismos concretos se recurre, cuando es posible, a hemerotecas locales para ver como se reflejan esas noticias en estos medios, que se suponen más exactas que las versiones que puedan llegar por correo, telégrafo u otros medios a una redacción de un periódico.

-3.- Se tienen referencias de prensa nacional, la cual es anterior en general a la gallega, con una tecnología de la información en consecuencia mas elaborada, ésta nos permite localizar diversos eventos sísmicos, aunque con una fiabilidad relativamente reducida al recibirse las noticias normalmente por correo de particulares o por reseñas de otros periódicos sometidos, consecuentemente a frecuentes errores de transcripción.

Basándose en todo lo anterior, habremos mejorado el catálogo existente, bien por la adicción de datos, bien por la eliminación o corrección de datos erróneos, lo que nos permite tener una base sustancialmente mejorada para estudios de riesgo sísmico.

Se añaden y modifican campos al catálogo sísmico. Por una parte se actualizan los valores de intensidad a la nueva escala EMS-98, hoy en día empleada en toda Europa. De esta manera todos los valores de intensidad serán homogéneos. La novedad relativa de esta escala parece aconsejar una descripción de la misma, se incluye como anejo.

Uno de los grandes problemas que siempre ha existido para el cálculo del riesgo sísmico es que tenemos datos de una gran precisión junto a registros históricos que distan mucho del calificativo de "exactos". Hoy en día se prefiere hablar de magnitud momento, y este valor se puede deducir con un grado de precisión aceptable tanto de modernos registros como de datos históricos de intensidad. Se añaden valores de magnitud momento, sobre la base de los estudios ad hoc para Galicia elaborados por

Juan Rueda y Julio Mezcua (2001).

Todo lo anterior ha convergido en el catálogo sísmico gallego realizado, donde se han modificado la práctica totalidad de valores del catálogo oficial, realizando ajustes de todo tipo, no sólo de intensidad, sino también de datación, localización y actualización toponímica, con los nombres de localidades oficiales recomendados por la Xunta de Galicia y el Instituto Geográfico Nacional.

Se han añadido también campos con valores añadidos al catálogo, con efectos producidos por cada sismo, tipo de documentación existente, calidad de ésta, etcétera. Siguiendo en estos casos las preferencias recientes de los investigadores, introduciendo no sólo conceptos meramente documentales, sino que se aportan datos críticos que permiten analizar la fiabilidad de los diversos registros y la calidad de la documentación existente.

Este catálogo se ha introducido en una base de datos informática, con todas las ventajas que posee esta tecnología, pudiendo realizar filtrado de datos con las condiciones que establezcamos. A partir de este catálogo se han realizado tablas y gráficos estadísticos que permiten comprender de una forma más intuitiva los diversos parámetros analizados. Estos gráficos están entrelazados informáticamente con el propio catálogo, de tal manera que cualquier cambio en éste se traduce instantáneamente en cualquiera de los gráficos adjuntos. De esto resulta una herramienta informática sencilla, intuitiva, altamente flexible y muy potente para el análisis sísmico de la comunidad gallega.

Los datos se han volcado en mapas, que permiten comprender la sismicidad gallega a lo largo del tiempo, también con filtrado de datos. Los programas empleados y las técnicas seguidas se indican en el siguiente apartado.

Se ha considerado conveniente separar toda esta documentación en dos volúmenes. En el primero estaría todo el trabajo descriptivo y analítico realizado.

El segundo volumen es el catálogo propiamente dicho. El cual se incluye tanto a nivel de listado como con una reproducción de las fuentes escritas encontradas sobre cada terremoto. Esto ayudará a catalogadores futuros el conocimiento de las fuentes directas consultadas. Nuestra intención primigenia era incluir una reproducción directa de las fuentes de hemeroteca consultadas, pero ello aumentaba más aún- el volumen físico del trabajo de una manera considerable, suponiendo en la práctica una duplicidad de información.

No se reproducen la totalidad de noticias en prensa sobre las series de Sarria-Becerreá de los años 1995 y 1997, ni tampoco sobre las de Celanova de 1998. El gran número de noticias existentes hace que simplemente se vuelquen las del día de ocurrencia, señalándose únicamente los titulares de los días –y semanas- sucesivos. Una posible línea de investigación futura sería analizar la ingente documentación existente en prensa sobre estas series y sus derivadas sociológicas.

También en el segundo volumen se incluye el denominado atlas sísmico, recogiendo mapas y aspectos gráficos del trabajo. Aunque se incluyen éstos a lo largo del trabajo, parece preferible dedicar un apartado específico para este tema, permitiendo una localización más inmediata e intuitiva de la documentación, con una escala mayor que la que se incluye en el resto del trabajo.

Evidentemente siempre que se trata de manejar datos sísmicos, se hace necesario establecer unos límites mediante coordenadas geográficas. Esto implica emplear límites artificiales, nada lógicos desde un punto de vista metodológico. Nosotros hemos

establecido un límite de coordenadas que van desde una longitud de -5° W a -14° W. Con respecto a la latitud estos límites van desde los 42° N hasta los 46° N. Sin embargo se han añadido sismos dentro de estos límites, que se consideran significativos para entender la sismicidad gallega.

PROGRAMAS INFORMÁTICOS EMPLEADOS

Para la elaboración de este trabajo hemos recurrido a varios programas informáticos con licencia freeware o GNU, desarrollados por sus autores y cedidos libremente a la comunidad para su uso.

Es de agradecer que sigan existiendo personas desinteresadas dentro de la gran red que es Internet, manteniéndose en la filosofía inicial de colaboración que hizo crecer a la, hoy en día, gran comunidad internauta. Sobre todo en a estas alturas, donde las grandes multinacionales han invadido la Red con el único fin de buscar beneficio económico.

Para la confección del Catálogo Sísmico se ha partido de la base del Catálogo Oficial del Instituto Geográfico Nacional, importado y manipulado con hojas de cálculo. Estas hojas han permitido la elaboración de la totalidad de gráficos y estadísticas del presente trabajo. La ventaja es obvia, cualquier cambio introducido en el catálogo queda automáticamente reflejado en los diversos monogramas y tablas.

Estas hojas también permiten importar y exportar los datos en las formas adecuadas para otros programas o formatos.

El catálogo, dentro de las hojas de cálculo, está estructurado como base de datos, de tal manera que es accesible por cualquier paquete informático que soporte formato SQL. Esto presenta claras ventajas en la manipulación, búsqueda y filtrado de datos en las condiciones requeridas en cada momento.

La mayoría de mapas realizados en este trabajo se ha realizado con el paquete informático **WIZMAP II**, del reconocido sismólogo **RMW Musson**, del British Geological Survey, en su versión 2.051 a. (<http://www.gsrg.nmh.ac.uk>)

Básicamente este paquete es un GIS –Acrónimo de Sistema de Información Geográfica– especializado en el tratamiento de datos sísmicos, con la ventaja de la sencillez en el tratamiento de cualquier catálogo sísmico.

El programa permite 36 tipos de proyecciones distintas de los mapas, con posibilidades de ampliación, así como de filtrado de datos. Manipulando tanto datos de magnitud como de intensidad. También permite zonificaciones para poder calcular los parámetros **a** y **b** de la expresión de **Gutenberg-Richter**, si bien no se han empleado estas características del programa.

Merece una mención también el programa **CRISIS 99**, de **Mario Ordaz**, **Armando Aguilar** y **Jorge Arboleda** (<http://www.angelfire.com/id/crisis99>), con características similares a Wizmap. Aunque al final no se incluye en el presente trabajo ningún resultado obtenido con este programa, sí que se merece una mención por la atención personal recibida de los autores en nuestros problemas con los servidores FTP.

Para las imágenes de sismicidad mundial y europea se ha empleado el paquete **SEISMIC/ERUPTION**, de **Alan L. Jones** (Universidad del Estado de Nueva York y Binghamton).

Si bien no se incluye ningún gráfico en este trabajo, para manipulación de sismogramas se ha empleado el programa **WinQuake 2.6** en versión shareware (<http://www.seismicnet.com/software.html>), de **Larry Cochran**. Nuestro reconocimiento a la comunidad la Public Seismic Network (PSN-L) y su lista de correo (<http://www.seismicnet.com/maillist.html>) por el intercambio interminable y desinteresado de estos gráficos.

En general un agradecimiento a la comunidad de Orfeus (http://orfeus.knmi.nl/other.services/pc_software.links.html), por su biblioteca de programas sobre sismología.

OTRAS TESIS ELABORADAS EN ESPAÑA SOBRE SISMICIDAD REGIONAL

Podemos citar algunos trabajos, sin ánimo de ser exhaustivos, que incluyen investigación histórica sobre sismicidad en España y en diversas comunidades..

Uno de los trabajos básicos sobre sismicidad española está contenido en la tesis de **Fernando Rodríguez de la Torre** (1989), con un análisis muy completo sobre la sismicidad española en la segunda mitad del siglo XIX y planteando una revisión muy importante del catálogo sísmico nacional.

Otro de los trabajos de obligatoria referencia es la tesis de **Antonio Jesús Martín** (1982), en sus análisis sobre el riesgo sísmico de la Península Ibérica.

Dolores Muñoz (1982) elabora un estudio sobre riesgo sísmico en el Sur-Sureste del país. Otra autora será **Lourdes Campos** (1989) que analiza la sismicidad de la costa Sudoccidental española, con especial incidencia a los riesgos derivados de tsunamis ligados a la falla Azores-Gibraltar.

Juan Giner (1995) investiga sobre la sismicidad y peligrosidad de la comunidad valenciana, revisando el catálogo sísmico valenciano. Mientras que el área de contacto entre la placa ibérica y africana ha sido estudiada por **Sergio Molina** (1998).

Cataluña fue estudiada por **Ramón Secanell** (1998) y **Pedro Rodrigo** (1986), estudia el riesgo sísmico de Asturias, entre otros fenómenos naturales.

Por último debemos señalar el trabajo de **Pilar Gentil** (1989) estudiando la sismicidad de Sevilla.

1 - CONCEPTOS Y CONOCIMIENTOS PREVIOS

"...En medio de este ruido, que pareció subterráneo (por cuanto en el cielo, si bien en el horizonte se veían algunos temus nimbus, no se percibían los caprichosos, variados e irregulares conos que coronan los cómulus, cuyos efectos se perciben cuando al cruzar por encima de nuestras cabezas se agitan y desarrollan el fluido que en sí contienen haciendo temblar no sólo los edificios más sólidos sino la misma tierra)... " (Carta recibida en La Voz de Galicia, publicada el 3 de mayo de 1888, sobre el sismo de Vivero (Lugo) de 29 de abril de 1888.

A lo largo de todos los trabajos de sismología aparecen una serie de conceptos, en general conocidos, aunque suelen existir errores conceptuales importantes, incluso en especialistas de otras áreas. Dado que muchos de estos conceptos irán repitiéndose de forma sistemática, parece necesario establecerlos inicialmente, ligándolos, eso sí, con el objetivo de nuestra investigación.

Estos conceptos se complementan con los anejos, donde se incluye una descripción más pormenorizada de la escala de intensidad empleada EMS-98, así como un glosario específico sobre sismología y temas afines, que se emplean a lo largo del presente trabajo.

CONCEPTOS SISMOLÓGICOS BÁSICOS

HISTORIA DE LA SISMOLOGÍA

"...porque por todas las partes de la Tierra hay cavidades de toda clase de tamaños y de figuras en las que el agua, el aire y la niebla se han reunido. Pero la Tierra misma está por encima, en este cielo puro poblado de astros, y al que la mayor parte de los que habla de él denominan el éter, del cual lo que afluye a las cavidades que habitamos no es más que el sedimento..." (Platón, Diálogos)

Las catástrofes naturales en general y los terremotos en particular siempre han atemorizado al hombre, no solo por los daños causados, sino, sobre todo, porque el hombre no tiene control sobre ellos.

Hoy en día está comúnmente aceptada la teoría de la deriva continental y la tectónica de placas, que justifica y explica gran parte de los fenómenos sísmicos y vulcanológicos, pero hombre ha tardado varios miles de años en llegar a estos conceptos, y realmente tendremos que esperar al siglo XX para encontrar soluciones mínimamente aceptables a estos problemas. De hecho aún quedan lejos aspectos como puedan ser la predicción de los terremotos y, no digamos de evitarlos, lo que hoy por hoy es simplemente ciencia ficción.

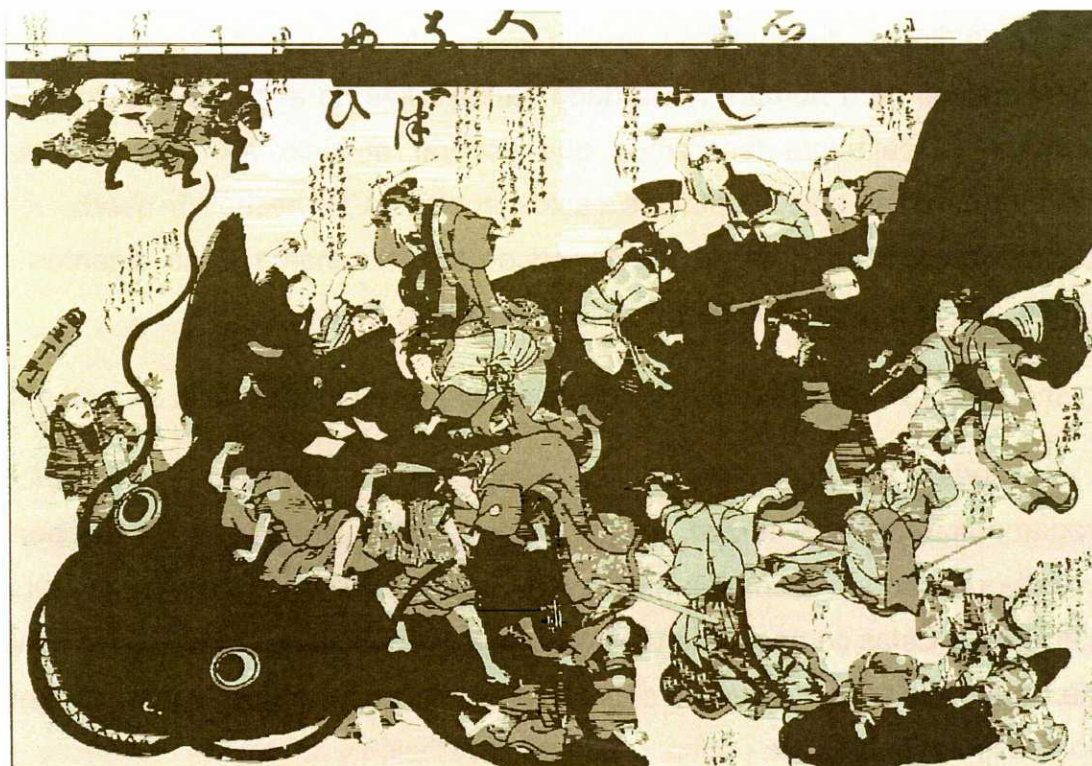
Hagamos un breve recorrido por las diversas etapas históricas de la sismología.

En casi todas las comunidades, la sismología ha atravesado un período antropomórfico, durante la cual, los movimientos del suelo se justificaban por la existencia de seres o animales mitológicos, agitándose en supuestas cavernas subterráneas. Estas creencias son relativamente modernas, como en Japón, donde aún en este siglo se le atribuían al sirulo NAMAZU los terremotos japoneses. Cada pueblo, dependiendo de la época, grado de civilización y progresos científicos, ha creado hipótesis más o menos fantasiosas sobre el origen y causas de los terremotos, alguna de las cuales han ido perdurando a lo largo de los siglos.

Dejando a un lado las hipótesis mitológicas, cabe destacar las teorías de los filósofos griegos y romanos, algunas muy razonables teniendo en cuenta los conocimientos de la época. Como en otras ciencias, es la Edad Media una época de escaso avance, siendo en la Edad Moderna donde aparecen nuevas teorías: explosiva, eléctrica, química, etc, considerándose la sismología como una ciencia perteneciente a la Meteorología.

Será en el último tercio del s. XIX, donde la teoría tectónica, apoyada en observaciones sismométricas y geofísicas, adquiere gran interés, lo que hace que la ciencia sismológica alcance su independencia y inicie su singladura.

LA ANTIGUEDAD. HIPÓTESIS MITOLÓGICAS



El sirulo Namazu, responsable de los terremotos en la tradición nipona

La mayoría de los pueblos tienen creencias primitivas sobre el origen de los terremotos, generalmente atribuidas a dioses. Así surgieron atlantes que soportaban sobre sus espaldas la Tierra y que originaban de vez en cuando sacudidas en las mismas.

En China era temido el hacer un pozo, por miedo a herir al dragón que habitaba en el interior y provocar sus iras. Para pueblos primitivos de Norteamérica, el misterioso ser era una tortuga, en otros un cerdo, un topo, ballena, etc.

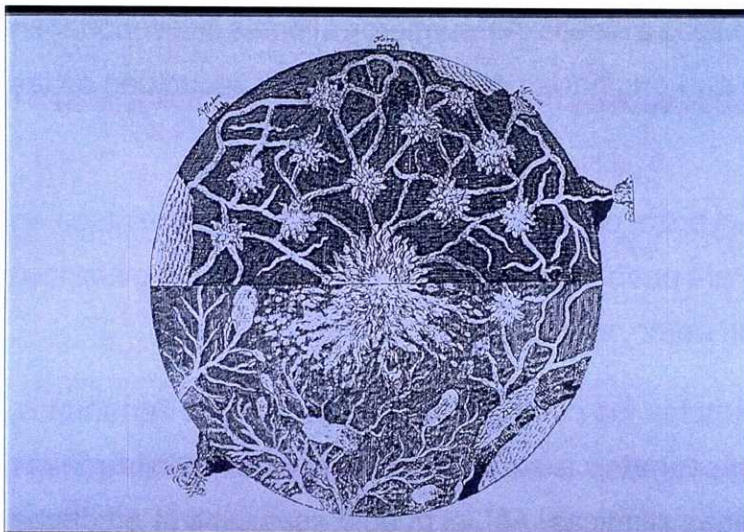
Poseidón, dios de los mares, también fue consagrado como dios de los Terremotos, siendo frecuentes templos consagrados a su memoria en zonas mediterráneas sometidas a frecuentes sacudidas sísmicas. Así, el pueblo espartano le entonaba cánticos cuando había temblores de tierra.

Es curiosa la similitud de teorías en pueblos totalmente alejados y desconectados entre sí. Así, en Colombia, se tenía la creencia de que la Tierra descansaba sobre columnas y que un gigante, como castigo a un crimen, tuvo que soportarla, siendo el origen de los terremotos los movimientos de fatiga del personaje.

En otra serie de países, se ha atribuido estos movimientos a espíritus de reyes fallecidos que velaban por las costumbres de sus antiguos súbditos.

LOS FILÓSOFOS CLÁSICOS

Como hemos comentado, los filósofos clásicos, griegos o romanos, relacionaban estos efectos en función de los conocimientos que poseían. Estas opiniones se mantuvieron durante la Edad Media, llegando incluso al siglo XIX, agotándose solamente con el avance de la geología y de la física general de este siglo.



La red de cavernas del mundo clásico

Es, sin duda, la opinión de **Aristóteles**, la que más se ha mantenido a lo largo de la historia de la ciencia humana y que introdujo algún concepto clarividente: *“Donde ha temblado la tierra volverá a temblar.”*

Se atribuirán los fenómenos sísmicos a los tres elementos clásicos de

Heráclito:

El Agua: **Thales de Mileto** estima que la Tierra flota sobre una masa de agua, basándose en los nuevos manantiales que aparecen tras sacudidas sísmicas. A esto **Séneca** objeta que, entonces, toda la Tierra debería temblar por igual. Otros sostienen la opinión de la Tierra se ve recorrida en su interior por ríos que se desbordan o incluso, como **Lucrecio**, que existen en el interior del globo mares, con sus tempestades y corrientes. Los temblores y hundimientos se originarían en la caída de columnas, disueltas por la acción del agua.

El Fuego: No queda clara su acción, siempre ligada a cavidades internas: tormentas originadas por el choque de masas de aire frío y caliente; fuego que quema los soportes de la Tierra, etc.

El Aire: Sin duda ha originado muchas de las más asombrosas explicaciones de la antigüedad. Así, el aire procura subir, buscando salidas, que obtiene sacudiendo la Tierra. Así se explica que, los temblores posteriores a uno mayor se vayan mitigando, al irse vaciando el aire expulsado. Esta teoría aristotélica prevalece

durante la Edad Media y buena parte del Renacimiento. Este gran filósofo explica el origen de los temblores en la constante evaporación de la humedad natural del suelo, debida a la acción solar y a los fuegos subterráneos. Este proceso implica la existencia de fuertes vientos que se esparcen en el interior de la Tierra, dividiéndose por lo alto y por lo bajo. Si un obstáculo se interpone en este doble movimiento, la Tierra tiembla.

Séneca adopta la teoría del aire, demostrando experimentalmente que, la poca extensión de los países que sufren frecuentes sacudidas sísmicas, prueba que el aire se propaga en proporción a las dimensiones de sus cavidades subterráneas.

Lucrecio, en un alarde sistematizador, divide los terremotos en cuatro tipologías:

- 1ª. *Temblores de hundimiento o desmoronamiento*: Se caracterizan por golpes bruscos, producidos por la erosión subterránea.
- 2ª. *Temblores de fluctuación*: Son oscilativos y se originan en resbalamientos de las masas terrestres, induciendo a las aguas internas a golpear los pilares que soportan la corteza, adquiriendo la Tierra un movimiento similar al de un barco bajo el influjo del agua.
- 3ª. *Temblores de ondulación*: Debidos a que las tempestades del aire subterráneo hunden y elevan la superficie terrestre.
- 4ª. *Temblores de expansión*: Los más terribles; originados por grandes torbellinos de viento ya sean procedentes del exterior o nacidos en el interior de la Tierra. Entran en las cavidades internas, rompiéndolas, originando grandes abismos.

Estrabón, en su Geografía, describe los países predestinados por los terremotos. Se documenta en un catálogo sísmico de **Posidonio** y otro de Grecia, asignado a **Demetrio de Callathia**, ambos perdidos.

Plutarco indica que **Demócrito de Chíos** suponía que algunas porciones de tierra tienden a hundirse debido a su peso, mientras que otras se elevan, para mantener el equilibrio. Este concepto, aunque rudimentario, es un antecedente directo de las modernas teorías que admiten la existencia de bloques corticales que “flotan” sobre el núcleo interior, con arreglo a leyes físicas de equilibrio hidrostático.

Plinio -víctima de la erupción del Vesubio del 79-, reproduce las ideas del **Aristóteles**, admitiendo la influencia del clima en la sismicidad de una zona, así, los sismos son mas frecuentes en primavera y otoño, concluyendo que en las Galias no hay temblores porque están permanentemente en invierno y, por el contrario, en Egipto tampoco, ya que están siempre en verano.

LA EDAD MEDIA

Como en otras materias, durante la Edad Media, el avance en la ciencia sismológica es prácticamente nulo, retomando las ideas aristotélicas como verdades cuasi innegables. Estas teorías alcanzaron incluso el Renacimiento, donde aún **Froidmot** en 1646, aprobaba sin reservas estas hipótesis clásicas.

Podemos citar, sin embargo, algunas teorías predictivas de terremotos, basadas fundamentalmente en la astrología. **Favaro** ha hecho una historia sismológica, retomando un manuscrito griego del siglo XI encontrado en la Biblioteca Laurentina, relatando posiciones de planetas favorables o no a la ocurrencia de fenómenos sísmicos. Incluso relata casos de presuntas predicciones.

Entre los numerosos presagios que la tradición ha impuesto a los terremotos, únicamente las alteraciones sufridas en el nivel de manantiales se basa en la observación, cuya popularidad, todavía persistente, no ha permitido ningún tipo de éxito en la predicción de fenómenos sismológicos.

LA MODERNIDAD

Con posterioridad al Renacimiento, y hasta mediados del XIX, se abre un nuevo horizonte para la ciencia en general y para la sismología en particular. Así surge una nueva época de hipótesis mas o menos fundadas, en busca de relaciones entre los fenómenos sísmicos con otros meteorológicos o cósmicos.

Surgen en esta época atrevidas -cuando no temerarias- hipótesis cosmológicas y meteorológicas, eso sí, con un incipiente grado de base en la observación.

Así **Stuckeley** es el principal promotor de las denominadas teorías eléctricas, a mediados del siglo XVIII, poniendo como origen de los terremotos la presunta electricidad telúrica y magnética contenida en la Tierra. Incluso se presentan propuestas con el fin de extraer de la Tierra su fluido eléctrico, con el fin de anular los terremotos.

Así aparecen disposiciones constructivas como edificaciones en forma de pirámide, o creando pozos con tubos metálicos a modo de "paraterremotos". Aún en 1827, científicos como **Kries** se esforzaban en demostrar lo absurdo de estas teorías.

Durante el siglo XIX, aún es frecuente encontrarse presuntas relaciones entre manchas solares, estrellas fugaces, perturbaciones magnéticas, bólidos y ciclones, como fenómenos percusores de los terremotos. Es común en los artículos periodísticos del XIX que dan noticias de terremotos, que aparezcan a la vez descripciones de la situación meteorológica precedente. A estas teorías ayudó en gran medida el hecho de que, en fechas anteriores al gran terremoto de Lisboa de 1775, surcará por toda Europa un cometa.

Paralelamente a las anteriores, surgen las teorías químicas o explosivas, basadas en la existencia del núcleo central terrestre y de los fenómenos volcánicos, de los que no se separaba la ciencia sismológica. En efecto, el hecho de que las zonas

geográficas de influencia de los terremotos y de los volcanes, tenga una cierta coincidencia, ha hecho de a lo largo de toda esta época ambos fenómenos estén íntimamente ligados. Es más, será necesario esperar a finales del XIX para que ambos fenómenos se consideren por fin independientes.

Estas teorías explosivas -volcánicas- y químicas, son las más comunes a lo largo del XIX, realizándose hasta el más mínimo detalle aquellas erupciones volcánicas que venían acompañadas de fenómenos sísmicos -en todo caso muy escasas- ignorándose las ocurridas con ausencia total de temblores, las cuales, sin embargo, eran más numerosas e importantes que las primeras.

Es **Perrey**, en 1843, quién organiza un servicio de información sísmica, reuniendo datos suficientes para la formación de catálogos sísmicos, que contribuyeron en gran medida al estudio de la distribución de la energía sísmica a lo largo y ancho del planeta. Estos catálogos, que posteriormente fueron fundamentales para el establecimiento de las teorías tectónicas, incurrían también en anotaciones astrológicas y meteorológicas. Así, por observación de las mareas, indicaba que el núcleo terrestre debería obedecer a las atracciones de la Luna o el Sol, argumentos no exentos hoy en día de fundamento.

Boussingault (1835) es el primero que indica la falta de conexión entre fenómenos volcánicos y sismológicos, en un estudio sobre la cordillera de los Andes. Sin embargo estas anotaciones fueron ignoradas por los estudiosos de la época.

Humboldt (1844) hace notar que las sacudidas sísmicas producidas en conjunción a los volcanes son débiles, mientras que las más intensas se producen en zonas alejadas de erupciones. A partir de esta observación supone que los volcanes efectúan una misión reguladora de los gases interiores a modo de válvulas de seguridad, mientras que en las zonas esencialmente sísmicas, estas explosiones se producen en el interior, produciendo los terremotos.

Es a partir de estudios sismológicos en Alemania y Suiza -a partir de las series sísmicas de **Gross-Gerau** (1868-1873), donde la búsqueda de orígenes volcánicos se hace claramente inconsistente, tomando las teorías basadas en el hundimiento el liderazgo en las demás. Así, **Volger** suponía la Tierra dividida, por dislocaciones, en compartimentos flotantes sobre el magma interior, apareciendo por equilibrio de estos bloques los terremotos. Hoy en día sabemos que algunos terremotos se pueden justificar con esta base, sin embargo, en todo caso, son temblores menores.

Basándose en los catálogos del anteriormente citado **Perrey, Delauney**, en 1879, proclamó haber deducido una ley de frecuencia sísmica, con períodos de 8, 10 y 12 años, atribuyéndolo a tiempos aproximados de revolución de algunos planetas. A partir de estos datos predijo un período que se iniciaba en 1833, con varios años de duración, que llegó a causar gran alarma.

Era muy extendida la teoría denominada nepluniana, basada en la coincidencia de que muchas zonas sísmicas están en las costas. Se atribuía que el agua se infiltraba hasta el interior de la Tierra, donde, al alcanzar altas temperaturas, producían rápidas evaporaciones y aumentos de presión que originaban los temblores.

Podemos considerar a **Mallet**, en sus estudios sobre el terremoto napolitano de 1857, como un de los padres de la sismología moderna. Éste era un ingeniero estudioso del efecto de las explosiones en el ánima de los cañones. Esto le llevó al estudio de las grandes explosiones y terremotos, o sea, con una importante base aristotélica. En su estudio sobre el mencionado terremoto de Nápoles, centra sus esfuerzos en una serie de puntos que hoy son universalmente aceptadas. Así supone que la energía irradia desde un punto, al que denomina hipocentro y, su proyección normal sobre la superficie de la Tierra lo denomina Epicentro, etc.

Seebach, en 1873, continúa la obra de **Mallet** e indica que el movimiento sísmico se propaga en todas las direcciones y con igual velocidad; por lo que las intersecciones de las ondas esféricas con la superficie serán círculos teóricos, deformados por la topografía del terreno. Introduciendo el concepto de líneas isosistas.

LA TEORÍA TECTÓNICA

En 1872, **Suess** establece una teoría donde indica que el foco sísmico no es un punto, tal y como mantenía **Mallet**.

En cada comarca, los epicentros parecen seguir determinadas alineaciones, que suelen coincidir con accidentes geográficos. Dichas alineaciones las denomina líneas de choque.

Establece una clasificación de sismos en *volcánicos* y de *dislocación*. Los primeros originados por reacciones del magma, mientras que los segundos se originan por los movimientos de bloques de terreno que resbalan por una falla. Posteriormente **Hoernes** añade los sismos de hundimiento, quedando constituida la clasificación básica hoy en día aceptada.

Las teorías de **Suess**, apoyadas por los desarrollos mecánicos en los aparatos de registro sísmico, establecen la relación entre los fenómenos sísmicos y los orogénicos, estableciendo zonas de sismicidad en función de los movimientos corticales producidos por fuerzas endógenas.

Esta teoría es básicamente aceptada por el mundo científico del momento, apareciendo la relación entre los movimientos que dieron origen a las cadenas montañosas y los sismos. Aún así no quedaron del todo olvidadas antiguas creencias relacionando la actividad sísmica con la volcánica.



Sismógrafo chino

No debemos menospreciar el importante avance acontecido en la instrumentación sísmica en esta época.

Los primeros sismógrafos se remontan al siglo II de nuestra era, atribuidos al chino **Chio-Chio** el cual construye un primer sismógrafo con el que incluso se detectaba la dirección del terremoto en cuestión.

El abate **Hautefeuille** construye el primer aparato de este género basándose en una metodología científica, señalando a **Bina** como el inventor del sismógrafo de péndulo.

LA GEOGRAFÍA SISMOLÓGICA

Montesus de Ballore, a comienzos del siglo XX, orienta la investigación sismológica hacia el campo de la geografía. Aceptando las teorías de **Suess**, se dedica a relacionar el grado de sismicidad de cada zona del globo respecto a sus características geológicas, situando más de 200.000 sismos conocido sobre un mapa mundi. Le interesan las particularidades del movimiento vibratorio, despreciando el estudio de sismogramas.

A partir de esta época surgen diversos organismos y asociaciones internacionales que elaboran una red sísmica mundial de detección.

En 1922 **Wegener** establece su teoría de la deriva de los continentes, hoy mundialmente aceptada y que explica definitivamente el origen de los seísmos como liberaciones tensoriales producidas con el choque de éstos.

En la década de 1930 **Richter** definirá parámetros fundamentales como la magnitud, naciendo la sismología moderna.

MAGNITUD

Reflejamos con la magnitud la energía sísmica liberada por cada terremoto. Así, cada sismo tendrá una única magnitud.

Este parámetro se obtiene a partir de las lecturas directas de sismógrafos y, aunque el concepto en sí es único, cada sismógrafo obtendrá una ligeramente distinta en función del tamaño, naturaleza y localización del terremoto. Se emplean diversos métodos para obtener este parámetro, soliendo revisarse este dato a posteriori analizando registros adicionales de los diversos sismógrafos.

La magnitud no analiza el daño que produce el sismo, sino únicamente la energía liberada por el mismo.

En 1930, **Charles F. Richter** desarrolló la escala que lleva su nombre y que se emplea de manera casi universal para medir la magnitud. Lo hizo sobre el estudio de diversos terremotos del sur de California. Decidió cual era el valor 0 de un terremoto y aplicó una escala logarítmica para que los valores resultantes fueran representativos.

$$M_w = \frac{2}{3} [\log M_0 - 16]$$

Donde M_0 es el momento sísmico generado por el terremoto. Éste será:

$$M_0 = \text{Rigidez de la roca} \times \text{Área de la falla} \times \text{Apertura de la falla}$$

Mediante la anterior expresión podemos deducir la energía generada por un determinado terremoto a partir de su magnitud o viceversa.

El problema del anterior método es que, determinar la longitud de una falla, su profundidad y su apertura puede llevar días, semanas o incluso meses. Es mas, la mayoría de terremotos no producen aperturas de falla en la superficie, por lo que determinar algunos de estos parámetros puede ser complicado. Evidentemente se necesita un método que pueda determinar este parámetro de forma rápida.

Una de las principales contribuciones de **Richter** fue precisamente observar que las diversas ondas sísmicas que irradian de un terremoto dan una buena estimación de su magnitud. Ligó la energía liberada por el sismo con la longitud de onda de su movimiento ondulatorio. Esto permite elaborar un método gráfico casi inmediato válido para cada tipo de sismógrafo.

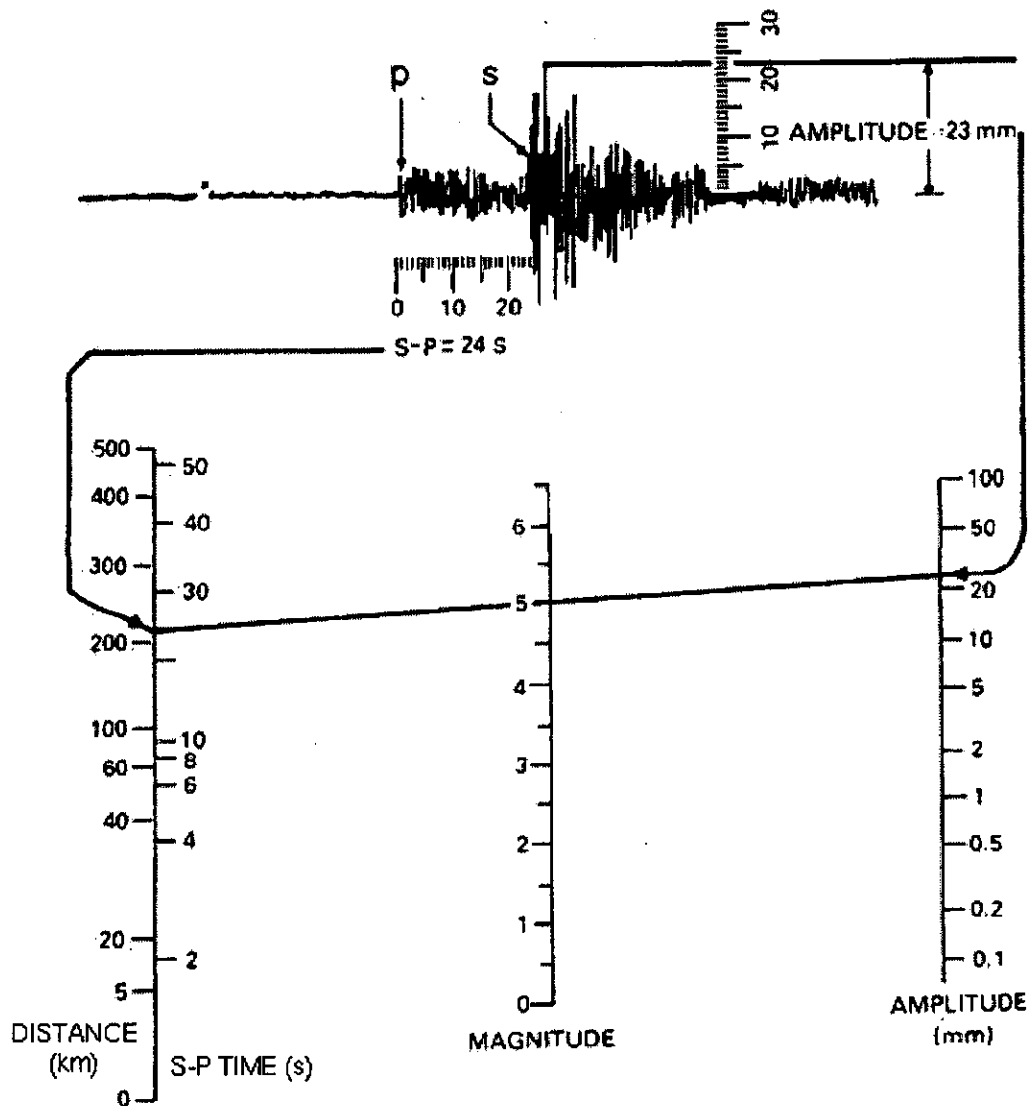
Así, midiendo por una parte el tiempo que transcurre entre la llegada de ondas P y S y por otro la máxima amplitud del terremoto, en un monograma simple se obtiene el valor de magnitud.

La expresión por él utilizada es:

$$M = \log A + 3 \log(8t) - 2.92$$

donde A es la amplitud del sismo en mm y t es el intervalo de tiempo pasado desde la llegada de la onda P a la S .

Esta expresión es válida para un sismógrafo **Wood-Anderson**, que es el sismógrafo que **Richter** empleaba. Evidentemente existirán expresiones similares para cada uno de los sismógrafos empleados.



Monograma de Richter para cálculo de la magnitud.

Los diversos métodos para estimar la magnitud que existen dan un margen de error de 0.2 grados aproximadamente a cada medición.

Esta escala es logarítmica. Es decir, un terremoto de magnitud 5 es 10 veces superior a uno de grado 4 y 100 veces superior a uno de grado 3.

La escala de Richter está abierta tanto por arriba como por abajo, aunque no se han medido seísmos por encima del grado 9 y por debajo del grado 1 no se registran.

Aunque no es directa –para eso está el parámetro de la intensidad-, veamos una correlación aproximada entre la magnitud y los efectos sentidos de un determinado terremoto.

Magnitud Richter	Efectos del terremoto
< 3.5	No sentido pero registrado
3.5-5.4	Sentido. Sólo daños menores
5.5-6.0	Ligeros daños en edificios
6.1-6.9	Puede ser destructivo en áreas pobladas
7.0-7.9	Terremoto importante. Causa grandes daños
> 8	Gran terremoto. Destrucción total de comunidades cercanas

En la siguiente tabla vemos la relación aproximada entre magnitud y energía liberada por el terremoto.

Magnitud Richter	Energía equivalente en TNT	Descripción aproximada
-1.5	1 gramo	Rotura de una piedra
1.0	150 gramos	Barreno de obra
1.5	1 kg	
2.0	6 kg	
2.5	30 kg	
3.0	200 kg	
3.5	500 kg	Gran explosion en Cantera
4.0	6 Tn	
4.5	32 Tn	Tornado medio
5.0	199 Tn	
5.5	500 Tn	Terremoto pequeño

6.0	6.270 Tn	
6.5	31.550 Tn	
7.0	199.000 Tn	
7.5	1.000.000 Tn	Terremoto importante
8.0	6.270.000 Tn	Terremoto San Francisco 1906
8.5	31.550.000 Tn	
9.0	199.999.000 Tn	
10.0	6.3 billones Tn	Falla de San Andrés rodeando la Tierra
12.0	1 trillón Tn	Rotura de la Tierra por el centro o energía recibida diariamente por la Tierra del Sol.

DISTINTOS TIPOS DE MAGNITUD

Hoy en día se consideran diferentes tipos de magnitud que dependen del tipo de onda sísmica que se utiliza para medir el tamaño del terremoto o de los estudios efectuados, siendo las más importantes las siguientes

Magnitud local (ML) .- La definición de ML es realizada en función del registro de un terremoto en un sismógrafo del tipo WA,

$$ML = \log A(\Delta) - \log A_0(\Delta)$$

Donde A y A_0 representan a las amplitudes máximas de un terremoto registrado a una distancia Δ para el terremoto de magnitud ML y magnitud cero. Para una estación diferente a WA y para una región en particular, se debe realizar la corrección en distancia contenida en el término A_0 antes de establecer una correspondencia entre el sismógrafo utilizado y el WA.

Magnitud de ondas superficiales (Ms).- Magnitud válida para terremotos con foco superficial en donde la amplitud máxima debe ser medida en el modo fundamental

de la onda Rayleigh con periodo (T) entre 18 – 22 segundos. Las correcciones deben considerar la distancia epicentral y la profundidad del foco del terremoto.

La relación utilizada frecuentemente es:

$$M_s = \log A\left(\frac{A}{T}\right) + 1.66 \log \Delta + 3.3$$

Donde A es la amplitud del desplazamiento del suelo en micras y Δ la distancia epicentral en grados. La formula anterior es válida para distancias comprendidas entre $20^\circ < \Delta < 90^\circ$ y para terremotos con focos localizados a profundidades menores a 70 km.

Magnitud de ondas de volumen (mb). Magnitud calculada a partir de la relación (A/T) de la componente vertical para una onda P. Esta magnitud es válida para terremotos ocurridos a diferentes profundidades y a distancias comprendidas entre 5° y 90° . La relación que permite calcular mb es conocida como la formula de **Gutenberg**,

$$mb = \log\left(\frac{A}{T}\right) + Q(\Delta, h)$$

Donde A es la amplitud de la señal sísmica medida sobre la componente vertical de un registro de periodo corto (micras), T el periodo (s) y Q expresada en función de la distancia epicentral (Δ) y la profundidad del foco (h) según las tablas de **Gutenberg y Richter** (1956).

Magnitud de duración (MD). - Magnitud válida para sismos de magnitud menor a 5 ocurridos a distancias menores a 200 km. Esta magnitud se basa en medir la duración de la señal del registro del terremoto (t) después de la llegada de la onda P hasta cuando la amplitud de la señal se confunde con el ruido de fondo. Esta magnitud es definida con la siguiente relación:

$$MD = a + b \log t + c \log t^2 + d\Delta$$

Donde, t es la duración del registro del terremoto en segundos, Δ la distancia epicentral en km; a , b y c son constantes determinadas para cada estación.

GEOMETRIA DE FALLA Y MOMENTO SISMICO

La orientación de la falla, la dirección del movimiento y el tamaño del terremoto puede ser descrito por la geometría de la falla y el momento sísmico. Estos parámetros pueden ser determinados a partir del análisis de las formas de onda de un terremoto. Las diferentes formas y direcciones del movimiento de las ondas registradas a diferentes distancias y azimutes desde el foco del terremoto, son usadas para determinar la geometría de la falla y la amplitud de la onda para conocer el momento sísmico. El momento sísmico puede ser relacionado con los parámetros de la falla mediante la relación de **Aki** (1966),

$$Mo = \mu S \bar{D}$$

Donde μ es el módulo de rigidez, S el área de la falla y D el desplazamiento medio sobre el plano de falla.

El momento sísmico es una medida más consistente del tamaño de un terremoto y hoy en día es el parámetro más importante. Este factor a dado lugar a la definición de una nueva escala basada en el momento sísmico (**Kanamori**, 1977), denominada magnitud energía o **magnitud momento**.

$$Mw = (2/3) \log(Mo) - 6.0$$

Donde Mo es expresado en Nm .

LA ENERGÍA

La Energía total liberada por un terremoto es difícil de calcular con precisión, debido a que es la suma de la energía disipada en forma térmica por la deformación en la zona de ruptura y la energía emitida como ondas sísmicas, la única que puede ser estimada a partir de los sismogramas. Se ha mencionado que la magnitud esta relacionada con la energía disipada en forma de ondas; por lo tanto, **Gutenberg y Richter** (1956) establecieron las siguientes relaciones:

$$\text{Log } E = 5.8 + 2.4 mb$$

$$\text{Log } E = 11.8 + 1.5 Ms$$

Considerando estas relaciones, un terremoto de magnitud igual a 8 libera energía equivalente a 1024 ergios. Como ejemplo, la energía liberada por una explosión nuclear de 10 kilotones es de 1019 erg y equivale a un terremoto de magnitud igual a 5.5.

INTENSIDAD

La intensidad se puede definir como la clasificación de un terremoto sobre la base de sus efectos en una determinada localización. Es, por tanto, un valor hasta cierto punto relativo, ya que estos daños van a depender en gran medida de los sistemas constructivos empleados por el hombre en esa región o si esa región está habitada o no.

Así un terremoto tendrá una única magnitud, pero cada población que afectada por el mismo lo sentirá con una determinada intensidad. Normalmente se trazarán mapas de isosistas, que son curvas sensiblemente concéntricas al epicentro y que unen localizaciones que sienten el terremoto con la misma intensidad. Algunas veces hablamos de un terremoto de una determinada intensidad, entendiendo que se trata de la intensidad máxima, normalmente en el epicentro (*intensidad epicentral*).

Tradicionalmente se ha venido empleado una escala con números romanos, aunque se va imponiendo el representarla con números arábigos, por sencillez sobre todo de tratamiento informático.

Como hemos indicado este concepto es básico para poder analizar efectos de terremotos de los que no se posean datos instrumentales, en concreto los sismos históricos. Además influye decisivamente en el establecimiento de los parámetros de atenuación en cálculos de riesgo sísmico.

Este tipo de escalas ya se empezó a utilizar en el siglo XVIII, como la de **Schiantarelli** en 1783, la de **Sarconi** en 1784 o la de **Egen** en 1828. Sin embargo será en el último cuarto del siglo XIX cuando se comiencen a popularizar.

ESCALA DE INTENSIDAD DE EGEN. 1828	
I	Oscilaciones muy débiles, observadas de forma dispersa
II	Temblor de ventanas y objetos, pero observados de forma aislada.
III	Temblor de ventanas y objetos
IV	Fuerte movimiento del suelo, no observado por todo el mundo
V	Fuerte conmoción de los objetos; algunas chimeneas derribadas
VI	Resquebrajaduras y hendeduras en los muros; caída de chimeneas.

En 1883, la escala **Rossi-Forel** se comienza a utilizar internacionalmente, siendo una escala basada en 10 grados, similar a las empleadas en la actualidad.

A partir del terremoto de Liguria, en 1887, **Taramelli y Mercalli**, con el fin de coordinar las observaciones sobre el terreno, se aperciben de que la escala de **Rossi-Forel**, excesivamente detallada para débiles sacudidas, no lo era en grado suficiente para daños más importantes, por lo que **Mercalli**, sin alterar el número de grados, la modifica.

Evidentemente, estas escalas de intensidad, tienen una gran componente no medible y relativa, no correspondiéndose inicialmente con ninguna realidad mecánica. Así surgen otra serie de escalas, que a partir de datos concretos de algún terremoto, se calcula el trabajo, la energía o la aceleración liberada durante el terremoto. Ejemplos de estas escalas pueden ser la de **Bassani** a partir del terremoto de Florencia de 1899.

Otras medidas habituales han sido el período y la amplitud del movimiento. O sea, el tiempo que tarda una partícula en regresar a su punto de origen y la distancia máxima que se ha desplazado. Su dependencia es total. Así un movimiento rápido,

pero de poca amplitud, en general será mas grave que uno muy lento aunque la amplitud sea mayor.

ESCALA DE INTENSIDAD DE ROSSI-FOREL. 1883	
I	Movimiento no notado por todos los aparatos de sistemas distintos; sentido por algunos observadores experimentados
II	Todos los aparatos son accionados; el movimiento es constatado por un pequeño número de observadores en reposo
III	Desquiciamiento percibido por algunas personas en reposo; la duración y dirección son discernibles.
IV	Conmoción percibida por personas en actividad; movimiento de objetos móviles, de las puertas y ventanas; crujido de los suelos.
V	Percibido por todo el mundo; movimiento de objetos más importantes, muebles y camas; las campanas tocan.
VI	Despertar general de personas dormidas; oscilaciones de las lámparas; detención de péndulos y relojes; movimiento sensible de los árboles; pánico en los individuos.
VII	Derribo de los objetos móviles; caída de la argamasa y de los yesos de las paredes y techos; detención de los relojes públicos; pánico general.
VIII	Caída de las chimeneas; resquebrajaduras en los muros.
IX	Ruina total o parcial de algunos edificios.
X	Desastres y ruinas; trastorno de las capas terrestres; quebraduras y fallas; hundimientos en las montañas

El terremoto de Japón de 1891, permitió medir directamente esta amplitud en vías de ferrocarril. De este país surge la escala de **Omori**, basada en la aceleración máxima inducida al terreno por el sismo. Esta escala está prevista para terremotos importantes, considerando que aceleraciones de 5 a 10 mm/s son terremotos ligeros, siendo valores de 50 mm/s o de 100 a 200 mm/s para terremotos ya importantes.

ESCALA DE INTENSIDAD DE TARAMELLI y MERCALLI. 1887	
I	Sacudida instrumental, señalada únicamente por los aparatos sísmicos
II	Sacudida muy ligera, sentida sólo por algunas personas en perfecto estado de reposo, particularmente en los pisos superiores de las habitaciones o por individuos nerviosos o sensibles
III	Sacudida ligera; percibida por varias personas, sin aprensión, y generalmente sin observar que se trataba de un terremoto, antes de toda comunicación de impresiones con otras personas
IV	Sacudida sensible o mediocre; sacudida no sentida por todo el mundo, pero percibida por muchas personas en el interior de las habitaciones, y al contrario, por un pequeño número en el exterior, pero sin pánico; temblor de la vajilla; crujido de los suelos; ligero balanceo de los objetos suspendidos
V	Fuerte sacudida, generalmente sentida en las habitaciones, y por un considerable número de personas en la calle; pánico en algunos; funcionamiento de campanas; oscilación pronunciada en objetos colgantes; detección de relojes
VI	Sacudida muy fuerte, sentida por todo el mundo; pánico general; caída de objetos y de enlucidos; algunos daños en edificios menos sólidos
VII	Sacudida extremadamente fuerte; vuelo de campanas; caída de chimeneas y tejas; ligeros daños a numerosos edificios
VIII	Sacudida ruinosa; ruina parcial de algunas habitaciones; desgastes considerables en otras; nada de víctimas; únicamente algunos heridos aislados.
IX	Sacudida desastrosa; ruina total o casi total de algunas habitaciones; graves desgastes en otras, convertidas en inhabitables; víctimas numerosas en diversos puntos de los lugares habitados.
X	Sacudida muy desastrosa; ruina de muchos edificios; numerosas víctimas; resquebrajaduras en los suelos; hundimientos en las montañas.

COMPARATIVA ENTRE LA ESCALA DE ROSSI-FOREL Y LA DE BASSANI		
ROSSI-FOREL	BASSANI	TRABAJO kilogrametros x metro x segundo
I	I	0.03
	II	0.20
	III	0.70
II	IV	1.40
	V	3.50
III	VI	8.50
IV	VII	18
V	VIII	65
VI	IX	200
VII	X	450
	XI	
VII		700
	XII	1000
	XII	1500
IX	XIV	2500
X	XV	3500
	XVI	?

COMPARATIVA ENTRE LA ESCALA DE OMORI Y LA DE ROSSI-FOREL			
OMORI	ROSSI-FOREL	ACELERACIÓN MAX. mm/s	CALIFICACIÓN
I	VI-VII	300	FUERTE
II		900	
III	VIII	1200	
IV	IX	2000	
V	X	2500	VIOLENTO
VI		4000	
VII		>4000	

La escala de **Sieberg** (1912, 1923) ya emplea la actual notación de doce grados de intensidad. Esta escala se convertirá en la conocida como **Mercalli-Cancani-Sieberg**, o **MCS** (1932), que aún es usada en algunos países. **Wood y Neumann** la traducen al inglés en 1931, convirtiéndose en la inapropiadamente llamada Escala de **Mercalli** Modificada (Escala **MM**). **Richter** la modifica ligeramente en 1958 añadiéndole su nombre y generando bastante confusión al entremezclarse este concepto con la escala **Richter** de magnitud. Para evitar estas confusiones la escala se renombrará a Escala de **Mercalli** Modificada de 1956 (**MM56**).

En 1964 aparece la primera versión de la escala **MSK**, creada por **Medvedev, Sponheuer y Karnik**, siendo actualmente empleada, con diversas evoluciones, en toda Europa, conocida en la actualidad como la Escala Macrosísmica Europea (**EMS**).

Esta escala es de especial interés, intentando introducir parámetros menos

subjetivos e introduciendo el concepto de vulnerabilidad y grado de daño, con el fin de discriminar los tipos de daños analizados relacionándolos con los sistemas constructivos y estructurales empleados. Hoy en día se encuentra en su versión de 1998 (EMS-98), siendo internacionalmente aceptada, al menos en el ámbito europeo. En el anejo A1 se incluye una descripción más pormenorizada de esta escala.

Conviene citar la escala japonesa, basada únicamente en 7 grados, conocida como escala **JMA** (Japanese Metereological Agency), basada en la anterior escala de **Omori**. Ambas se emplean con profusión en Japón.

Podría parece que en los últimos 30 años la necesidad de estudios sobre intensidad debieran declinar. Todo lo contrario, los estudios macrosísmicos de terremotos actuales y pasados son fundamentales para los estudios de atenuación local, riesgo sísmico y vulnerabilidad de las construcciones.

La equivalencia entre escalas no es inmediata y el ideal es recurrir de nuevo a las fuentes para realizar una correcta asignación. De forma aproximada los grados de las escalas MM, MSK y la EMS vienen a ser equivalentes.

Podemos plantear igualmente equivalencias con la escala **JMA** japonesa.

ESCALA JMA	ESCALA EMS
1	2
2	3
3	5
4	6
5	8
6	10
7	11

Equivalencia entre escala JMA y EMS

COMPARACIÓN ENTRE DIVERSAS ESCALAS HISTÓRICAS Y PARÁMETROS DE ACELERACIÓN APROXIMADOS								
Aceleración en mm/s según Holden	Rossi -Forel	Mercalli	OMORI			Limites de la aceleración en mm/s		Sacudidas
			Grad os	aceleraci ón mm/s	Grados	de	á	
	I	I			I	0	2.5	Instrumental
20	II	II			II	2.5	5.0	Muy ligera
40	III	III			III	5.0	10	Ligera
60	IV	IV			IV	10	25	Sensible o mediocre
80	V							
110	VI	V			V	25	50	Bastante fuerte
150	VII	VI			VI	50	100	Fuerte
300	VIII	VII	I	300	VII	100	250	Muy fuerte
500	IX	VIII			VIII	250	500	Ruinosa
			II	900	IX	500	1000	Desastrosa
1200	X	IX	III	1200	X	1000	2500	Muy desastrosa
			IV	2000				
		X	V	2500	XI	2500	5000	Catástrofe
			VI	4000				
			VII	>4000	XII	5000	10000	Gran Catástrofe

ESCALA MSK (forma resumida)		
INTENSIDAD EMS	DEFINICION	Descripción de efectos típicos (resumidos)
I	NO SENTIDO	No sentido.
II	ESCASAMENTE SENTIDO	Sentido únicamente por muy pocas personas en casa.
III	DEBIL	Sentido por algunas personas en el interior de edificios. El resto pueden sentir un ligero temblor.
IV	CONSIDERABLEMENTE OBSERVADO	Lo sienten en el interior de edificios muchas personas, fuera muy pocos. Algunas personas se despiertan. Las ventanas, puertas y vajilla tintinean.
V	FUERTE	Lo sienten en el interior de los edificios la mayoría, fuera por pocos. Muchas personas que están dormidas se despiertan. Algunos se asustan. Los edificios tiemblan. Los objetos colgados se balancean de forma considerable. Se desplazan los objetos pequeños. Las puertas y ventas se pueden abrir o cerrar.
VI	LIGERAMENTE DAÑINO	Muchas personas se asustan y corren al exterior. Algunos objetos caen. Muchas casas sufren daños no estructurales pequeños, como fisuras en enfoscados o caída de pequeñas piezas decorativas.
VII	DAÑINO	La mayoría de las personas se asustan y corren al exterior. Los muebles se desplazan y gran número de objetos caen de las estanterías. Muchos edificios bien contruidos sufren daños moderados: pequeñas fisuras en paredes, caída de enfoscados, caída de trozos de chimeneas; Los edificios antiguos pueden sufrir grietas importantes en muros y caída de algunos muros interiores.
VIII	FUERTEMENTE DAÑINO	Muchas personas tienen dificultad para estar de pie. Muchas casas tienen grandes grietas en las paredes. Unos pocos edificios bien contruidos sufren serios daños en muros. Pueden colapsar estructuras antiguas y débiles.
IX	DESTRUCTIVO	Pánico general. Muchas estructuras débiles colapsan. Incluso los edificios bien contruidos presentan serios daños y colapsos parciales.
X	MUY DESTRUCTIVO	Muchos edificios normales bien contruidos colapsan.
XI	DEVASTADOR	La mayoría de los edificios normales bien contruidos colapsan, incluso algunos con buena resistencia a los terremotos.
XII	COMPLETAMENTE DEVASTADOR	Casi todos los edificios son destruidos.

La intensidad se suele representar mediante mapas de isosistas. Se dibujan líneas que representan zonas con la misma intensidad, aunque conviene también indicar los valores de intensidad asignados para cada localidad. No existen reglas excesivamente específicas para dibujar estos mapas.

Escala Mercalli Modificada (MM)	
INTENSIDAD MM	Descripción de efectos típicos (resumidos)
I	No sentido. O efectos marginales de sismos lejanos
II	Sentido por personas en reposo, en pisos altos, en situación favorable.
III	Sentido en el interior. Se balancean los objetos colgados. La vibración sentida es similar al paso de un pequeño camión. Se puede estimar la duración. Puede no ser reconocido como terremoto.
IV	Se balancean los objetos colgados. La vibración sentida es similar al paso de un camión pesado o como la sensación d una bola pesada golpeando contra una pared. Las ventanas y las puertas se mueven. El vidrio tintinea, los vasos chocan entre sí. En el rango superior del IV las paredes de madera pueden fisurar.
V	Sentido en el exterior. Se puede estimar la dirección. Las personas dormidas se despiertan. Los líquidos se agitan, algunos se salen de los recipientes. Los objetos inestables pequeños se desplazan o vuelcan. Las puertas abren o se cierran. Los péndulos de relojes paran o arrancan.
VI	Todos lo sienten. Muchos se asustan y corren al exterior. Las personas caminan con dificultad. Las ventanas golpean, la vajilla se rompe, los libros se caen, los cuadros caen de las paredes. Los muebles se mueven o abren los cajones. Los enfoscados pobres o la mampostería tipo D se fisura. Las campanas pequeñas toca (escuelas, iglesias). Los árboles se agitan de forma visible.
VII	Dificultad para estar de pie. Los conductores en vehículos en movimiento sienten el terremoto.. Los muebles se rompen. Hay daños en mampostería D, incluyendo grietas. Las chimeneas débiles se rompen en la línea de encuentro con la cubierta. Caen los enlucidos. Caída de elementos aislados como ladrillos, ornamentos mal sujetos. Algunas grietas en mampostería C. El agua se enturbia. Hay pequeños deslizamientos y cavidades en zonas de arena o bancos de grava.. Las campanas grandes tocan. Se dañan las acequias de hormigón.
VIII	La conducción de vehículos se ve afectada. Hay daños en mampostería C; colapsos parciales. Algunos daños en mampostería B; ninguno en mampostería A. Caída de estuco y algunas paredes de fábrica. Caída de chimeneas, monumentos, torres, tanques elevados. Las casas se mueven en cimentación. Caen ramas rotas de árboles. Cambios en manantiales. Grietas en suelos blandos.
IX	Pánico general. La mampostería tipo D es destruida; la mampostería C es seriamente dañada, algunas completamente colapsadas. Daños generales en cimentaciones. Daños serios en embalse. Pórticos agrietados. Se rompen tuberías subterráneas. Numerosas grietas en el terreno. Pueden aparecer cráteres de arena en zonas aluviales
X	La mayoría de estructuras de fábrica y porticadas colapsan por su cimentación. Algunas construcciones de calidad de madera y puentes colapsan. Daños serios en presas, diques y embarcaderos. Grandes deslizamientos de tierra. El agua se sale de su curso. La arena se desplaza horizontalmente en playas y zonas planas. Los raíles se doblan ligeramente.
XI	Los raíles se doblan de forma considerable. Las tuberías subterráneas quedan completamente fuera de servicio.
XII	Daño casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos son arrojados al aire. Cambia la topografía.

Mampostería A: Buena ejecución, buen mortero y diseño correcto. Fábrica reforzada con acero u hormigón. Diseñada para resistir cargas horizontales.

Mampostería B: Buena ejecución y mortero. Fábrica reforzada pero no diseñada para resistir cargas horizontales.

Mampostería C: Ejecución y mortero normales. No excesivamente débil en las esquinas, pero sin refuerzo y sin diseño para cargas horizontales.

Mampostería D: Materiales débiles, como adobe o mortero pobre. Baja calidad constructiva. Horizontalmente débiles.

Se suelen emplear también simbologías adoptadas por convención para indicar cada grado de intensidad en mapas. Existen diversos métodos, como los empleados por la **KARPG** (Comisión de Ciencias de los Países Socialistas para el Desarrollo Geofísico Planetario).

⊙ 2	◐ 6	◑ 10
⊖ 3	◑ 7	⊖ 11
⊕ 4	● 8	⊕ 12
◐ 5	⊗ 9	

⊖ 3-4, etc

○ sentido

— 1 (no sentido)

RIESGO SÍSMICO

Un seísmo no es más que uno de los muchos riesgos que a diario corremos en nuestra vida, tal como pueden ser los accidentes de coche, caídas, accidentes laborales, inundaciones, meteoritos, y un largo etcétera.

Dado que estamos lejos de poder prever un terremoto y mucho más lejos de poder evitarlo, la práctica totalidad de normas sísmicas pretenden establecer cual es el terremoto máximo probable para diseñar nuestros edificios con el fin de resistirlo de una determinada manera.

La clave será llevar ese riesgo a un nivel aceptable, buscando un equilibrio entre coste de implantación y daño probable. En general estos niveles de riesgo se establecen basándose en grados de intensidad, con lo que obtendríamos la probabilidad de sufrir un terremoto de grado X de intensidad en una determinada localización y en un determinado período de tiempo.

Se han venido empleando diversos grupos de métodos para determinar este riesgo:

- **Métodos observacionales:** Básicamente consisten en recopilar la información existente sobre sismos anteriormente ocurridos en un territorio, asignándoles una determinada intensidad (catálogo sísmico). De esta manera podemos volcar en un mapa estos datos, viendo en que zonas han ocurrido terremotos y en cuales no, extrapolando estos resultados hacia el futuro.

Evidentemente con estos métodos tenemos lo que ha ocurrido en el pasado, que no tiene porqué coincidir con la situación futura: podrán no repetirse determinadas situaciones y, por otra parte, pueden existir terremotos en zonas donde nunca los ha habido. Sin embargo ya decía en la Grecia Clásica que *Si la tierra ha temblado, temblará*. Es decir, es muy probable que, con el paso del tiempo, se vuelvan a repetir episodios sísmicos similares a los ocurridos en el pasado, aunque no sabemos cuando.

Un método que se ha seguido bastantes veces es asignar a una determinada localización un grado de intensidad superior al mayor detectado en el pasado, como margen de seguridad.

- **Métodos deterministas:** Básicamente tratan de responder a la pregunta ¿Qué es lo peor que puede pasar en un terremoto?. Diseñando los edificios para estos efectos, que se suponen máximos. Así se encuentra la falla activa más cercana al emplazamiento, se calcula el máximo terremoto que puede generar esta falla, se asume que el epicentro está lo mas cerca posible de nuestro emplazamiento y se calcula el máximo movimiento de la tierra posible.

Las ventajas del método son claras: es relativamente sencillo de plantear y es conservador. El problema suele venir dado la dificultad de saber la falla activa a considerar. Es frecuente que ocurran terremotos ocasionados por fallas activas que no se conocían antes de la ocurrencia de los mismos. Otro inconveniente suele venir dado por el cálculo de la capacidad energética de la falla, con lo que es posible alcanzar valores de energía equivalentes al choque de un meteorito de 50 tn.

Una alternativa al método es suponer fallas desconocidas y no hablar del

máximo terremoto esperable, sino del terremoto más probable en la vida de un determinado edificio.

- **Métodos estadísticos:** Partiendo del método observacional, podemos aplicar técnicas estadísticas a un determinado período de tiempo, con lo que estableceremos, por ejemplo, la probabilidad de que ocurra un terremoto de grado de intensidad i en los próximos 50 años en un determinado lugar. El problema viene dado que, en la práctica, el método sólo emplea un 5% de los datos del catálogo sísmico (los mayores valores), despreciando el 95% de los mismos y nuestros catálogos tienen una fiabilidad más o menos buena de unos 200 años, lo cual es insuficiente para establecer probabilidades sobre la base de períodos de retorno de 50 o 100 años.
- **Evaluación de la probabilidad de riesgo sísmico.** Planteado inicialmente por **Cornell** (1968), es uno de los preferidos hoy en día por los sismólogos. Consiste en que, para una determinada localización, podemos establecer los focos origen de los terremotos pasados, que influirán en nuestro emplazamiento, con lo que podemos buscar períodos de retorno para estos terremotos. Evidentemente, cuanto más lejos estemos del posible foco, más se atenuará el mismo y sus efectos serán menores.

Veamos un ejemplo. Supongamos que queremos estimar el riesgo en los próximos 50 años para una intensidad de VI y una posible magnitud de terremoto de 5.5. En función del tipo de terreno existente podemos establecer la ley de atenuación de la intensidad con respecto al epicentro del terremoto de 5.5.m. Si este valor es, por ejemplo, 30 kilómetros, podemos dibujar en nuestro emplazamiento un círculo de 30 km. Cualquier terremoto de 5.5 m que ocurriera dentro de este círculo ocasionaría en nuestro emplazamiento una intensidad de VI. Tendremos que analizar si este círculo

se interseca con las fuentes posibles de terremotos de nuestro emplazamiento. Supongamos que se interseca en un 25% de esta área. Como sabemos la probabilidad de que ocurra el terremoto de 5.5m en la zona fuente en un período de retorno de 50 años y éste puede originarse en cualquier punto de la fuente, tendremos un 25% de esa probabilidad en nuestro emplazamiento..

A partir de aquí habrá que repetir los cálculos para cada grado de magnitud que estimemos, obteniendo curvas con un determinado grado de intensidad.

La parte débil del método vuelve a ser del catálogo sísmico de partida, necesario para establecer la zona fuente de nuestros terremotos, ya que éstos son muy cortos en el tiempo como para poder extrapolar hacia el futuro con fiabilidad. Otro problema es la delimitación de la zona fuente, ya que ésta dependerá de cada sismólogo, pudiendo existir diversos modelos para una misma zona sísmica.

Existen las alternativas de suponer diversos parámetros, como magnitudes y tipos de sismo, lo que nos abre un campo de investigación para establecer las diversas características sísmicas de nuestra zona.

Otro problema que surge es el establecimiento del período de retorno. Éste se suele establecer en 50 años para un edificio normal. Estos 50 años comienzan en cualquier momento. Evidentemente es lógico pensar que, si ocurre ahora un terremoto, la energía de la falla que lo produce se disipará, por lo que no es probable la ocurrencia de otro en un período más o menos corto. Pero esto puede ser erróneo, por ejemplo, el terremoto de Shikotan (NE de Japón), en 1994, ocurrió en una zona que aún estaba siendo reconstruida tras otro sismo cercano en el tiempo, lo cual contradice lo

indicado.

Evidentemente el propio concepto de riesgo implica que podemos establecer el nivel de seguridad que queramos. El fijar un nivel de seguridad del 95% o del 99.9% vendrá mas condiciones por cuestiones políticas y económicas que por planteamientos puramente sismológicos.

Podemos construir los edificios en un determinado emplazamiento suponiendo que va a ocurrir el mayor terremoto posible, pero será mas probable que podamos sufrir daños como la caída de un avión o una gran explosión de gas, que destruyan el edificio mucho antes que un terremoto de esas características.

Los cálculos de riesgo suelen emplear la expresión de Gutenberg-Richter:

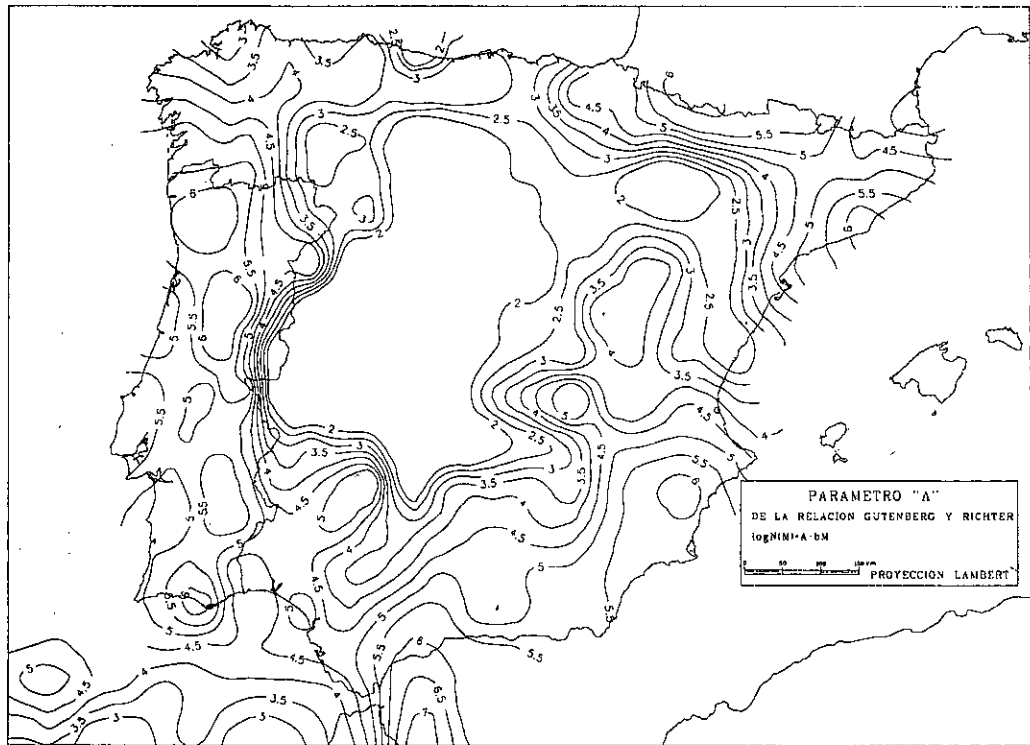
$$\log N = a - bM$$

De forma grosera viene a expresar que la probabilidad de que exista, por ejemplo, un terremoto de magnitud 5 en un determinado período de tiempo es 10 veces inferior a uno de magnitud 4.

En esta expresión N es el número de terremotos por año que excederán una determinada magnitud M . El valor a reflejará la sismicidad del área analizada y el parámetro b estará íntimamente relacionado con la cohesión del terreno en el que se produce

El valor a se suele denominar **actividad sísmica**, correspondiéndose con la tasa de terremotos de una determinada zona, viniendo íntimamente

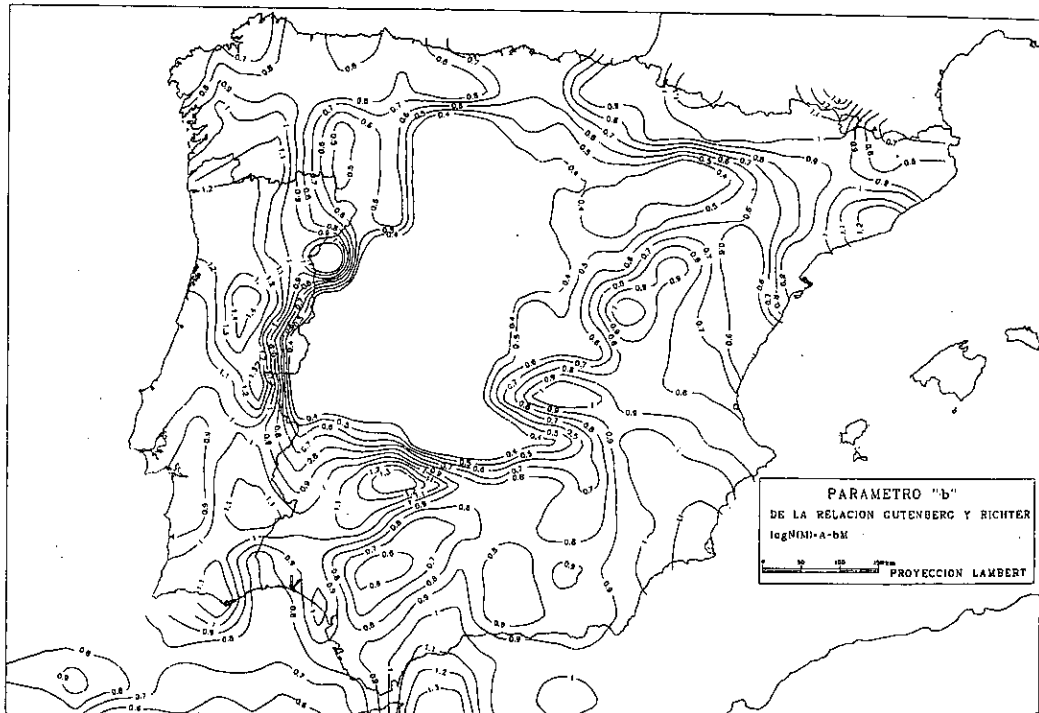
relacionada su bondad con la del catálogo sísmico que empleemos.



Valores del parámetro a empleado en las normas sísmicas españolas.

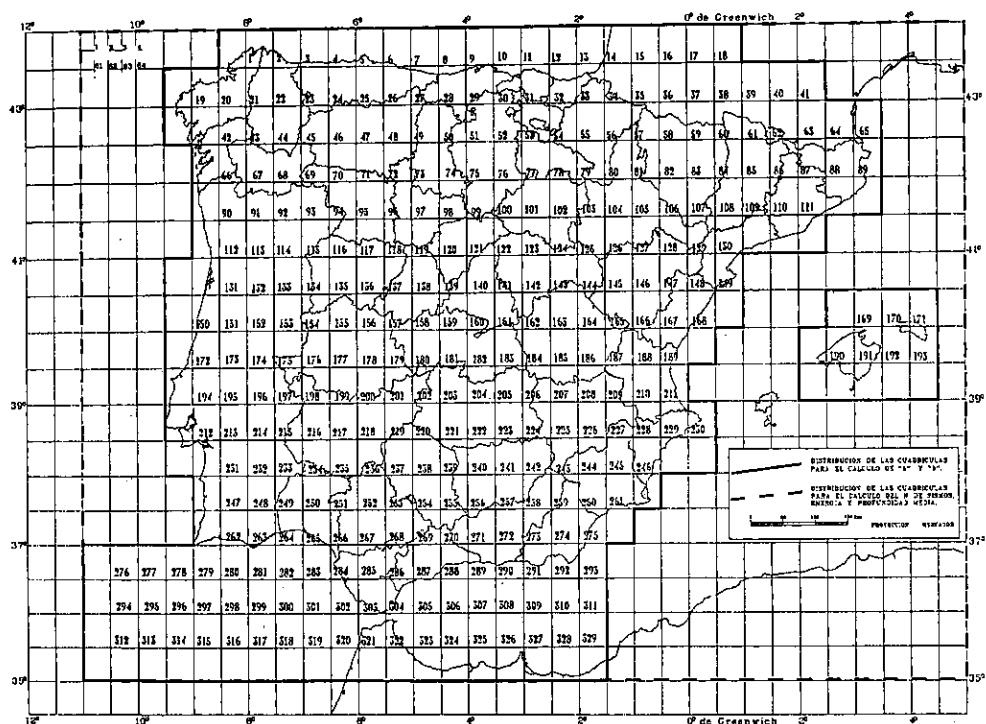
Un valor alto de b (en torno a 1) supone una zona en la que el terreno se encuentra muy fracturado, por lo que no es capaz de soportar grandes tensiones. Si este valor es bajo (en torno a 0.50), el terreno está poco fracturado, tiene gran rigidez e implica que se pueden acumular grandes esfuerzos antes de producirse la rotura. En el caso español se ha procedido a subdividir la Península en una cuadrícula de $1 \times 1^\circ$, con un solapamiento de 0.50° (ver figura), estos se han corregido de forma manual con el fin de evitar problemas derivados con la inconsistencia del catálogo sísmico español.

Los valores a españoles están, como reconoce el propio Instituto Geográfico, claramente infravalorados, debido a los defectos de catálogo sísmico:



Valores del parámetro b empleado en las normas sísmicas españolas.

“...aunque los datos demuestran claramente valores inferiores debido a la falta de completitud del catálogo sísmico para magnitudes o intensidades bajas.” (Análisis sismotectónico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Publicación Técnica núm. 26. MOPT. Madrid 1992)



Cuadrícula empleada en la normativa española para el cálculo de los valores de a y b.

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE UN TERREMOTO A PARTIR DE DATOS MACROSÍSMICOS

EPICENTRO

Bajo esta denominación se han venido incluyendo diversos conceptos, nunca definidos con excesiva propiedad. En general se ha venido entendiendo por Epicentro el punto de la superficie de la Tierra donde el terremoto se siente con mayor magnitud y/o intensidad, que se supone como el punto más cercano al foco del terremoto en el interior de la Tierra.

Autores como **Musson** (1997) prefieren desglosar este concepto en dos distintos:

- ***Epicentro macrosísmico***. Sería el concepto clásico de epicentro, por ejemplo, como punto en la superficie de la Tierra, proyección del foco del terremoto. No necesita instrumentación para su determinación, lo que lo hace imprescindible para analizar sismos históricos. La determinación se puede efectuar a partir de varios parámetros, en gran medida subjetivos. Entre otros podemos citar:
 - Posición de la mayor intensidad sentida.
 - Forma de las isosistas de intensidades.
 - Localización de sismos premonitorios o replicas.
 - Cálculos basados en extrapolación de datos de intensidad.
 - Conocimiento geológico local.
 - Comparación con otros sismos del mismo entorno geográfico

No resulta sencillo indicar pautas rígidas a seguir para esta determinación, la

cual dependerá de cada caso concreto.

- **Baricentro.** También denominado Centro Macrosísmico o Macrocentro. Sería el punto de la Tierra a partir del cual los campos macrosísmicos parecen radiar. Normalmente se posiciona en el centro de la mayor isosísta o como la media ponderada de los centros de las dos mayores isosistas. Se puede determinar analíticamente a partir de datos macrosísmicos.

Este punto suele coincidir con el epicentro macrosísmico, pero no siempre es así. Por ejemplo, en el terremoto de Loma Prieta (1989), el epicentro macrosísmico se localizó al sur de la mayor isosísta.

Este parámetro es más importante para realizar cálculos de riesgo sísmico, mientras que el Epicentro macrosísmico es más útil para estudios tectónicos de un determinado territorio.

INTENSIDAD EPICENTRAL

Se suele denominar *I_o*. Se suele este parámetro en la mayoría de catálogos sísmico, pero raramente aparece definido. Su definición sería la intensidad sentida en el epicentro. Pero raramente conocemos este extremo, ya que en general se determina por deducción de la intensidad sentida en poblaciones cercanas. Se han venido empleando, principalmente, dos técnicas para determinar la intensidad epicentral:

1. Extrapolación del punto más cercano al epicentro en el cual se tienen datos macrosísmicos, sin variar su valor. Así, si en la población mas cercana al epicentro se ha sentido con una intensidad de 8, *I_o* tomará el valor de 8.

2. Calculando una intensidad fraccional, a partir de fórmulas de atenuación sísmica, tales como las de **Blake** (1941) o **Kövesligethy** (1906), que veremos en próximos apartados. En este caso no es una intensidad “real” ya que no ha sido observada y contraviene la regla empleada en la definición de las diversas escalas de intensidad de emplear únicamente números enteros o, como mucho, valores mitad – Sería válido indicar una intensidad de 8.5 (entre VIII y IX), pero no 8.23)-. Para poder determinar *lo* de esta manera necesitaremos al menos 2 isosistas –mejor 3- a partir de las cuales se pueden extrapolar los datos. Esto es sólo posible si empleamos el concepto definido con anterioridad como Baricentro ya que, en caso contrario, el epicentro no tiene porqué estar en el centro de las isosistas, por ello también se emplea el concepto de *Intensidad Baricentral* para definir este parámetro.

MAGNITUD MACROSÍSMICA

Para nosotros es fundamental conocer la magnitud de un terremoto, ya que nos ofrece un dato objetivo del mismo. Sin embargo sólo es posible obtener este tipo de datos en sismos del período instrumental. Es más, siendo rigurosos sólo son verdaderamente fiables los datos que tenemos de sismos a partir de la segunda mitad del siglo XX.

Siempre se ha intentado obtener de alguna manera la magnitud de un determinado sismo histórico, lo cual significaría aumentar la potencialidad de los catálogos sísmicos.

Una línea de investigación es intentar encontrar relaciones matemáticas entre intensidad y magnitud, lo que nos permitiría extrapolar un gran número de resultados. Pero estos resultados son pobres ya que la intensidad epicentral se ve

afectada de manera muy notable por la profundidad del foco. Se mejoran estos resultados si conocemos dicha profundidad, pero este tipo de datos sólo se obtienen en época instrumental.

Se puede tener en cuenta la totalidad del área sentida del sismo, o por lo menos el área delimitada por dos o tres isosistas. En este caso, para sismos con magnitud en torno a 5.5 y que no sean extraordinariamente profundos, la relación entre intensidad y magnitud es aproximadamente lineal:

$$M = a \log A + b$$

Se han propuesto otras expresiones como:

$$M = aI_0 + b \ln r + c$$

Donde r es el radio aproximado del área afectada. O:

$$M = aI_0 + \sum b_i \ln r_i + c$$

Expresión propuesta por **Albarello** (1995), donde se emplean todas las isosistas (valores i), además de la intensidad epicentral.

ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD FOCAL

Radó Kövesligethy (1906) fue el primero en estimar la profundidad de un sismo a partir de datos macrosísmicos, mediante la expresión:

$$I - I_0 = 3 \log \operatorname{sen} e - 3 \alpha (r / R)(1 - \operatorname{sen} e)$$

Siendo R el radio de la tierra y α una constante que representa a atenuación anelástica

Posteriormente, en 1907, propone la expresión:

$$I - I_o = 3 \log \operatorname{sen} \varphi$$

Donde φ lo denomina como ángulo de emergencia.

La primera expresión ha sido revisada y re-escritas por varios autores, hasta alcanzar su formación actual, debida a **Blake** (1941):

$$I_o - I_i = 3 \log (r / h) + 3 \alpha M(r - h)$$

Donde r es el radio de la isosísta de intensidad I_i y $M = \log e$

En las anteriores expresiones aparece un valor de 3, que representa la equivalencia entre los diversos grados de intensidad y la amplitud del movimiento del suelo. Algunos autores no admiten esto y prefieren obtener sus propios valores de correlación. (**Levret et al** 1996).

ATENUACIÓN DE LA INTENSIDAD

La atenuación de la intensidad, según nos vamos alejando del epicentro, se suele expresar de dos maneras. Por una parte estaría la expresión ya vista de **Kövesligethy**, ligando este valor a la determinación de foco sísmico.

Otra forma de expresar este parámetro es en función de la magnitud y la distancia, con expresiones del tipo:

$$I = a M + b \log R + c R + d$$

Donde R es la distancia hipocentral y a , b , c y d son constantes que dependen de cada territorio y de valores de catálogo sísmico.

RELACIONES CON PARÁMETROS DINÁMICOS DEL TERRENO

Ha habido numerosos intentos de relacionar la intensidad con diversos parámetros dinámicos, empleados en cálculo sísmico, como pueden ser la aceleración sísmica. Se pueden encontrar tablas relacionando estos parámetros en la literatura, pero la correlación se puede considerar como pobre, como demostraron **Trifunac y Brady** (1975), por ejemplo.

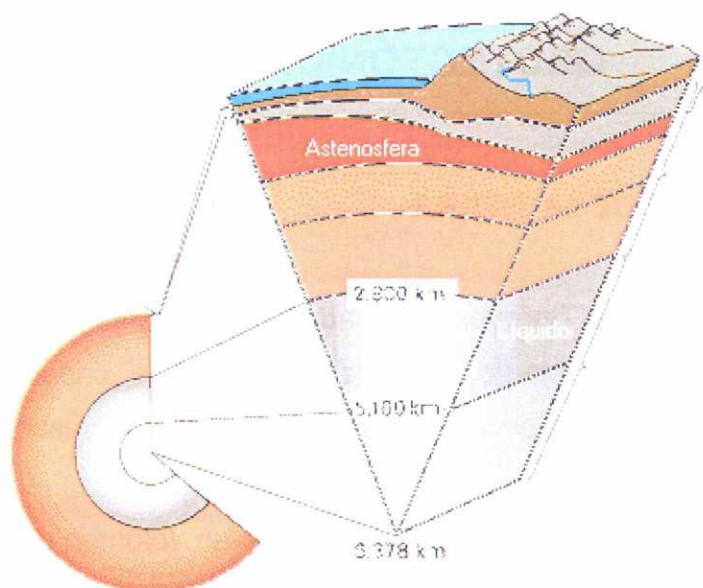
CONCEPTOS BÁSICOS GEOLÓGICOS

GEOTECTÓNICA

ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA

Hoy en día se considera que la Tierra está formada por tres capas concéntricas, de fuera a dentro de corteza, manto y núcleo. Estas tres capas presentan características muy diferentes y, a su vez, están compuestas de diversas subcapas:

- El **Núcleo**, Con un radio total de 3470 km, tiene un volumen del 19% de la Tierra total. El verdadero centro de la Tierra sería el *núcleo interior* o interno (1370 km). Está formado por hierro fundido con otros elementos como silicio o níquel. En el *núcleo exterior* o externo hay también oxígeno líquido. Se piensa que la temperatura en el núcleo interior puede ser de unos 4.500 °C.
- El **Manto** tiene unos 2900 km. de espesor. De dentro a afuera esta formado por el *manto inferior*, compuesto de magnesio, óxido de hierro y cuarzo; El *manto superior*, de unos 400 km. de espesor, formado por olivina y piroxenos y una *zona de transición* de 237 km. de espesor, compuesta por olivina. El manto representa un 80% del volumen total del planeta.
- La **Corteza o Litósfera** es la parte exterior de la Tierra, con un volumen relativo de sólo el 1%. El espesor presenta importantes variaciones, llegando a los 60 km. bajo los continentes y tan sólo de 6 a 10 km. Bajo las plataformas oceánicas. Básicamente está formada por rocas basálticas en los fondos oceánicos y por rocas graníticas bajo los continentes.

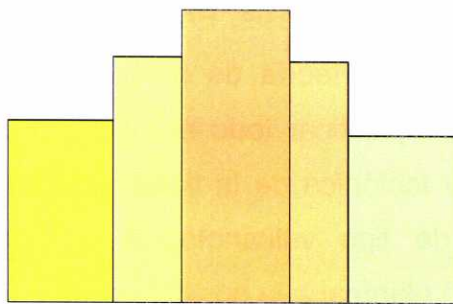


Entre el *manto* y la *corteza* existe una zona de fluencia que algunos autores incluyen en esta última. Esta capa, de unos 60 km, se encuentra en un estado viscoplástico. Esta superficie se denomina *discontinuidad de Mohorovicic*, comúnmente denominada *Moho*.

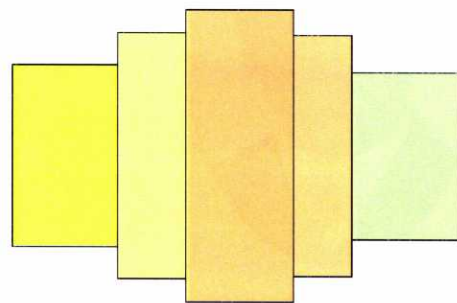
Está científicamente comprobado que la fuerza de gravedad es mayor en las montañas con respecto a los valores medidos, mientras en zonas más bajas ocurre justo todo lo contrario. Este proceso se denomina isostasia, y se justifica con el hecho de que la corteza tiene un comportamiento similar a una serie de bloques con distinto peso flotando sobre un fluido. De esta forma estos bloques de corteza se desplazan verticalmente hasta que se equilibran estáticamente. Existen básicamente dos hipótesis que intentan explicar este mecanismo:

- **Hipótesis de Pratt (1858):** La base de los bloques está a una misma profundidad, variando lógicamente la densidad de los bloques, disminuyendo según aumenta la altura.

- **Hipótesis de Airy** (1855): Todos los bloques tienen densidad parecida, variando la profundidad de cada uno de ellos, como bloques de hielo de distinto tamaño flotando sobre el mar.



Hipótesis de Pratt



Hipótesis de Airy

TECTÓNICA DE PLACAS, LA DERIVA CONTINENTAL



Desde antiguo se han venido justificando los terremotos y, en general, la composición interna de la tierra, con las más fantasiosas e imaginativas hipótesis. Entre 1908 y 1912 **Alfred Wegener** planteó la teoría de placas que, a la postre, ha servido para justificar todo el mecanismo de formación geológica y tectónica de la tierra, además de explicar fenómenos de tipo vulcanológico y sísmico. **Antonio Zinder** (1858) planteaba la posibilidad de que los continentes pudieran moverse y el filósofo inglés **Francis**

Bacon (1620) se dio cuenta de la notable similitud entre la costa sudamericana y africana.

Con anterioridad **James Hall** había observado que los sedimentos acumulados en las cadenas montañosas eran mucho más gruesos que los del interior continental. De este hecho partió la teoría de la explicación de los geosinclinales según la cual la corteza continental crece por acumulación progresiva de geosinclinales antiguos y plegados.

También en el siglo XIX se descubre la dorsal oceánica del Atlántico.



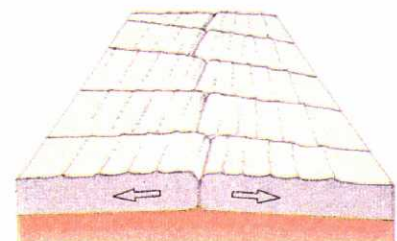
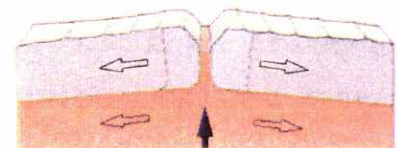
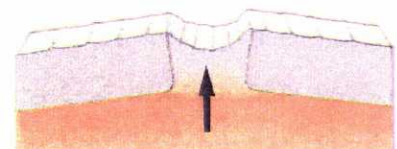
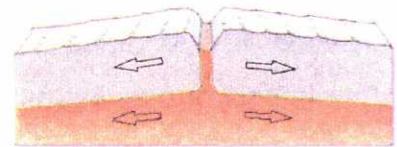
Estudiando las aparentes variaciones climatológicas en diversas épocas geológicas en una misma zona, **Wegener** llega a la conclusión que esto sólo se puede justificar si esas

zonas se mueven por la superficie terrestre.

Wegener plantea que las placas continentales deslizan sobre la corteza oceánica, a modo de icebergs. Posteriormente se descubrió la *astenosfera*, que justificaba que era plástica y podía fluir.

Divide la corteza terrestre en 12 grandes placas, en continuo movimiento, denominado deriva continental, teniendo su origen en un continente inicial denominado **Pangea**.

El principal argumento de **Wegener** era que los bordes continentales encajaban unos con otros. Las formaciones rocosas de ambos lados del Océano Atlántico son coincidentes en edad y estructura, conteniendo fósiles de criaturas que nunca podrían haber nadado desde un continente a otro. **Sir Edward Bullard** demostró el encaje perfecto entre África y Sudamérica. Sin embargo esta similitud geométrica no ocurre con otros continentes, sobre todo en la zona del Pacífico por lo que la teoría fue altamente controvertida.



Hasta ese momento, la mayoría de los geólogos partía de la base de que los continentes ocupan lugares fijos en la corteza terrestre y no se llegaba a comprender que fuerza podría ser tan enorme como para justificar un movimiento de éstos, por lo que habrá que esperar a los años 60 para la teoría tenga un casi total arraigo en la comunidad científica.

Será a partir de los años 20, con la aparición del sonar, lo permite la aparición de estudios gravimétricos y cartográficos del fondo oceánico del Atlántico. Se descubre que los materiales a ambos lados de la dorsal

Atlántica son idénticos, siendo las rocas más cercanas a la dorsal mas jóvenes y sin capas de sedimentos, lo que evidenciaba la creación de nueva corteza en ese punto, demostrando la deriva continental, con una velocidad en el Atlántico Norte de 1 cm por año, aunque en el Pacífico se alcanzan velocidades de 4 cm anuales.

La prueba definitiva será el estudio del paleomagnetismo. Muchas rocas adquieren, en el momento de su formación, una carga magnética, coincidente con la del campo terrestre en ese instante. A finales de los 50 se es capaz de medir estos débiles campos, lo que permite situar los continentes en el momento de la formación de las rocas, demostrándose que habían estado unidos en algún momento.

También los paleontólogos encontrarán en la teoría de la deriva continental la justificación de que varias especies animales y botánicas se puedan hallar en varios continentes, ya que es impensable que fueran capaces de ir de un continente a otro, salvo que en algún momento estos continentes estuviesen unidos en uno único.

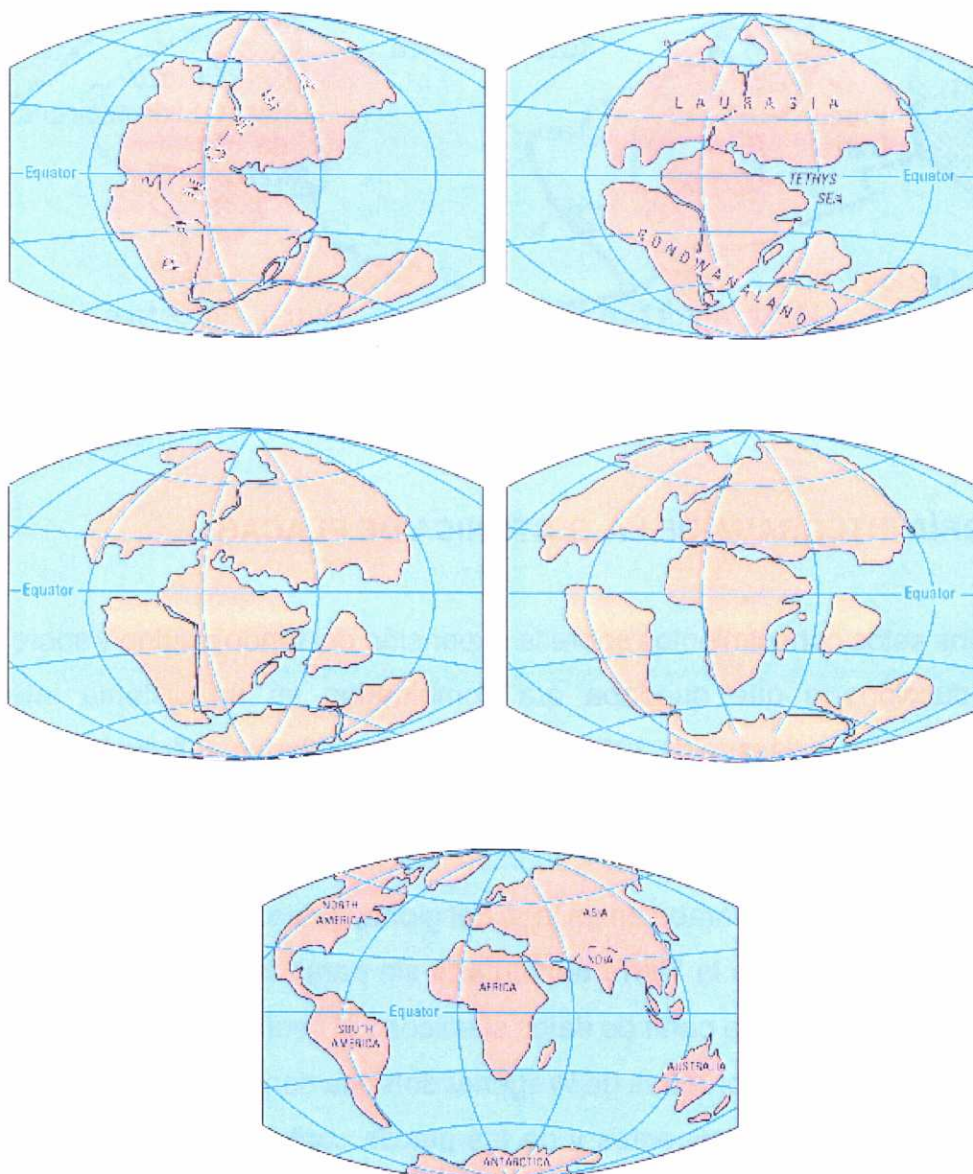
Pangea se fragmentará hace unos 200 millones de años en dos supercontinentes menores -**Gondwana** al sur (que comprendía lo que ahora es Sudamérica, África, Australia, la Antártida y la India) y **Laurasia** al norte (Norteamérica, Europa y la mayor parte de Asia)- y a continuación en los actuales continentes, que empezaron a separarse. Este episodio de la deriva continental recibe a veces el nombre de '*deriva de Wegener*', por el autor de la teoría.

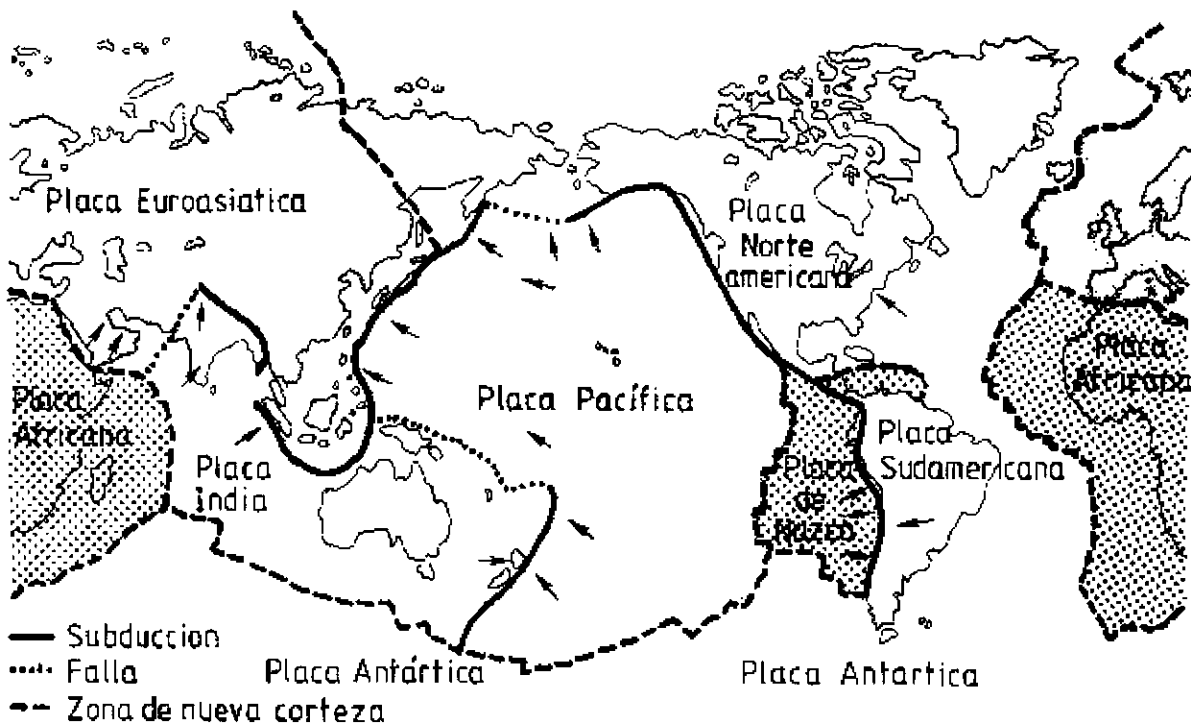
Realmente la historia geológica de la Tierra actual será la historia de la transformación de la mítica Pangea en los actuales continentes

Hoy sabemos que este no ha sido un proceso único. De hecho Pangea duró unos cientos de millones de años, habiéndose formado a partir de la unión de un conjunto de continentes anteriores distintos, evidentemente, de los actuales y que éstos, a su vez, procedían de otro supercontinente anterior que también se habría formados a partir de

otros continentes. Este proceso ha sido continuo desde la existencia de la Tierra.

Y así seguirá, el Atlántico está aumentando y el Pacífico empequeñeciendo. África acabará encontrándose con Europa, desapareciendo el Mediterráneo. Estamos en camino de un nuevo supercontinente.





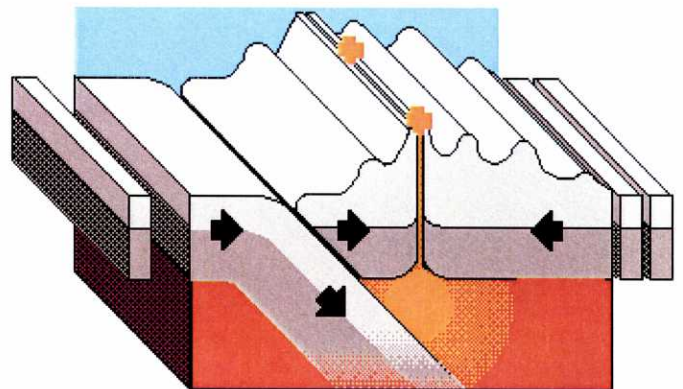
LA TEORÍA INTEGRADA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS

Con todos estos conocimientos sobre la expansión del fondo marino y sobre las zonas de subducción, lo que quedaba era combinarlos en un sistema integrado de geodinámica. En la década de 1950, el geofísico canadiense **J. Tuzo Wilson** demostró la continuidad global de las zonas de subducción, bastante parecida a los pespuntos de una pelota de fútbol. El geólogo estadounidense **Harry Hammond Hess** señaló que, si el fondo oceánico se separaba en un lado del globo, debía producirse subducción en el otro; si no, el tamaño de la Tierra aumentaría sin parar. **Xavier LePichon**, estudió la geometría de las placas a partir de datos sísmicos y el geofísico estadounidense **Robert Sinclair Dietz** tomó las pruebas de Wegener sobre la deriva continental y reconstruyó las posiciones de los continentes y de las placas continentales en fases sucesivas desde la actualidad hasta hace unos 200 millones de años. Desde entonces, la teoría de la tectónica de placas ha sido debatida, probada y extendida; se ha convertido en un

nuevo paradigma y en el centro de la controversia de las ciencias geológicas.

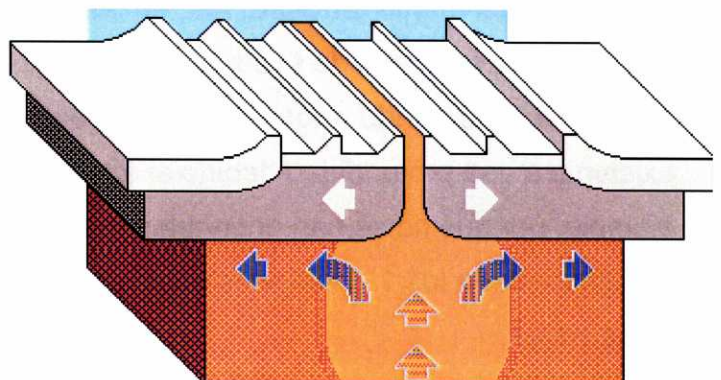
Geológicamente será importante saber como se pueden encontrar en su deriva estas placas y de que manera interactúan, lo que permitirá explicar los diversos fenómenos geológicos que ocurren.

- **Subducción:** Dos placas de similar espesor se encuentran, deslizándose una bajo la otra. Suele ocurrir en encuentros de placas oceánicas con continentales. Se forman cadenas montañosas en tierra mientras que en el mar se forman profundas fosas.

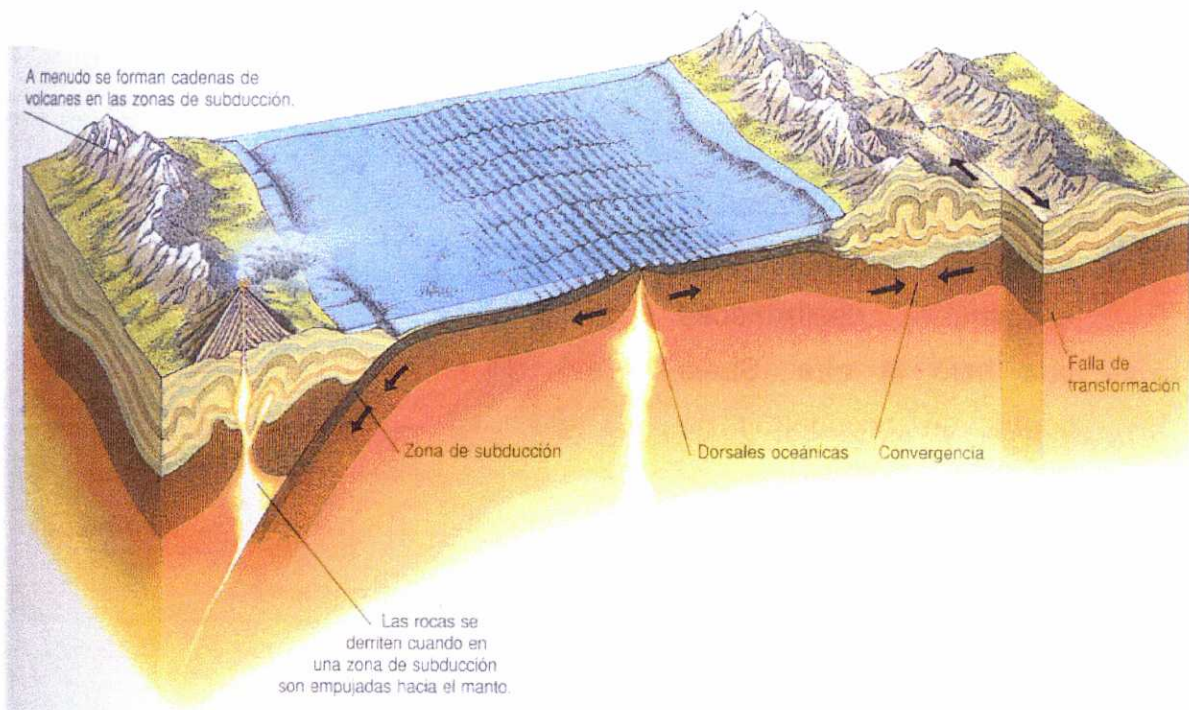


- **Deslizamiento:** Entran en contacto dos placas, produciéndose básicamente movimientos verticales entre ambas.

- **Extrusión:** Zona de inicio de movimiento de las placas, separándose ambas de dicha zona. Suelen ser placas delgadas bajo el océano. La velocidad de apertura es apreciable: de 1 a 10 cm por año.



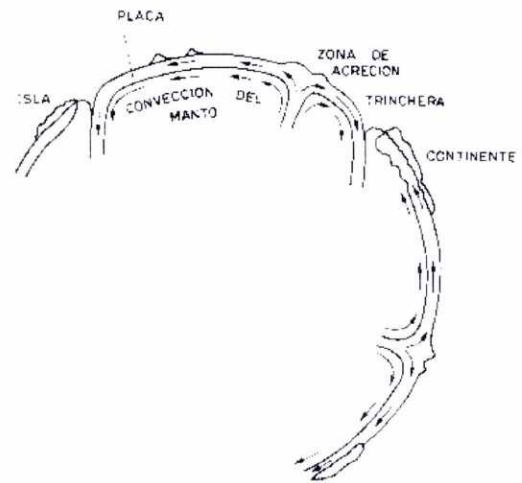
- **Acrecencia:** Encuentro entre una placa oceánica y una continental, la oceánica deslizará por debajo de la continental.



Uno de los grandes problemas es justificar estos movimientos. Se asocia con la energía calorífica existente bajo la corteza terrestre. En general se viene admitiendo que este proceso se origina con convección de calor de las partes inferiores a las partes superiores del manto terrestre. Así, en las zonas de extrusión aparece nueva corteza, mientras que en zonas de subducción desaparece, fundiéndose en torno a los 700 km de profundidad dando origen al magma, este calor vendría justificado por la presión existente a esa profundidad debido al encuentro entre dichas placas. Esto explica, por ejemplo, por qué no se han encontrado en lecho marino depósitos de sedimentos con edad superior a los 135 millones de años y la existencia de volcanes precisamente en estas zonas.

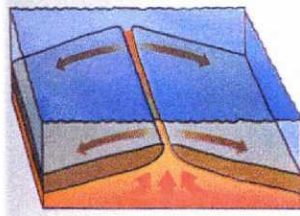
Esto no quiere decir que no existan otras teorías. Otro posible mecanismo que justificaría esta traslación sería que las rocas que suben por las dorsales oceánicas se

enfrian cuando se separan, volviéndose mas pesadas y hundiéndose, empujando al resto de la placa. Otra posible justificación sería por gravedad. Las dorsales oceánicas son unos 3000 metros más altas que el resto del océano, por lo que se podrían deslizar cuesta abajo por la fuerza de la gravedad.

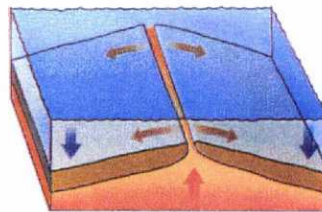


TEORÍAS DEL MOVIMIENTO

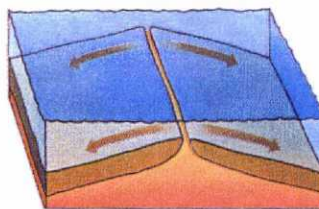
Los científicos todavía no han identificado exactamente qué es lo que hace que se desplacen las placas tectónicas de la Tierra, pero hay diversas teorías para explicar sus movimientos. Las tres teorías principales involucran la convección, la gravedad y los pesos diferentes de las rocas calientes y frías.



CONVECCIÓN
El calor generado en las profundidades de la Tierra crea corrientes de convección en el manto. Estas corrientes empujan lentamente las placas de la corteza.



PESO DE LAS ROCAS
Las rocas calientes que se elevan por las dorsales oceánicas se enfrían cuando se separan de las dorsales. Cuando se enfrían se vuelven más pesadas y se hunden, empujando con ellas al resto de la placa.

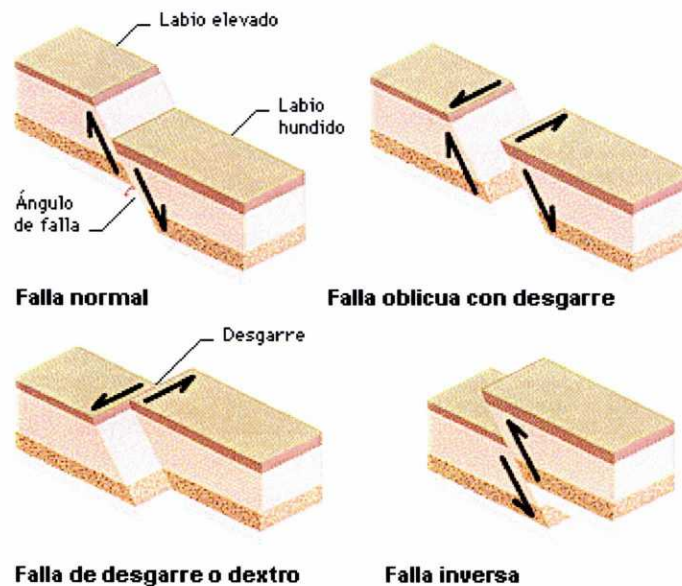


GRAVEDAD
Las placas son aproximadamente 2-3 km más altas en las dorsales oceánicas que en los bordes oceánicos, así que podrían deslizarse lentamente cuesta abajo bajo la fuerza de la gravedad.

FALLAS. TIPOS

Las zonas de discontinuidad entre las placas, o en zonas internas de las mismas se denominan fallas y es en esas zonas donde precisamente se va a mover mas significativamente la corteza terrestre. Se suelen establecer los siguientes tipos de fallas:

- **Falla normal:** Las dos zonas a ambos lados de la falla se separan, por lo que uno de ellos se desplaza y desliza hacia abajo del otro.
- **Falla invertida:** Las dos zonas a ambos lados de la falla se juntan, generándose un deslizamiento hacia abajo, si una de las zonas se introduce bajo la otra o un deslizamiento hacia arriba en el caso contrario. La primera suele ser el caso si una de las dos placas es continental.
- **Falla de deslizamiento** o transformación: el movimiento entre ambos lados no es ortogonal a la falla, sino que es tangencial.



LAS EDADES GEOLÓGICAS

Hoy en día se estima la edad de la Tierra en, al menos, 4.500 millones de años, ya que las rocas más antiguas que conocemos tienen unos 4.000 millones de años.

En general se ha dividido la edad de la Tierra en una serie de períodos, basados fundamentalmente en el tipo de fósiles que se han encontrado en cada una de ellas.

Así se establece de entrada dos grandes divisiones:

- **Precámbrico o criptozoico:** Desde hace mas de 4.000 millones de años hasta 570 millones de años. Período de vida oculta, con muy pocos vestigios de vida terrestre.
- **Cámbrico o fanerozoico:** Período de vida evidente, que llega hasta nuestros días. Las diferencias entre los signos de vida encontrados hace que este período se desglose en otros tres: el paleozoico (vida antigua), el mesozoico (vida intermedia) y el cenozoico (vida reciente)

Sin embargo la división habitual se hace en cuatro eras: el Precámbrico y las tres eras del paleozoico, mesozoico y cenozoico.

Las principales divisiones de cada una de estas eras son los periodos geológicos, durante los cuales las rocas de los sistemas correspondientes fueron depositadas en todo el mundo. Los periodos tienen denominaciones que derivan en general de las regiones donde sus rocas características están bien expuestas; por ejemplo, el pérmico

se llama así por la provincia de Perm, en Rusia. Algunos periodos, por el contrario, tienen el nombre de depósitos típicos, como el carbonífero por sus lechos de carbón, o de pueblos primitivos, como el ordivícico y el silúrico por los ordivices y los silures de las antiguas Gran Bretaña y Gales. Los periodos terciario y cuaternario de la era cenozoica se dividen en épocas y edades, desde el paleoceno al holoceno (o tiempo más reciente). Además de estos periodos, los geólogos también usan divisiones para el tiempo de las rocas, llamados sistemas, que de forma similar se dividen en series y algunas veces en unidades aún más pequeñas llamadas fases.

Veamos cada una de estas divisiones, de importancia básica para poder entender las distintas formaciones geológicas de nuestro planeta:

- **Precámbrico:** (4.600-590 m.a.) (millones de años) También denominado antecámbrico. Como hemos indicado cubre desde el supuesto inicio de la corteza terrestre hasta el comienzo de la vida en los mares hace 570 m.a.

En alguna etapa temprana de esta era se diferencian las diversas placas tectónicas de la corteza y comienza a deriva continental. La Tierra se enfría gradualmente. La atmósfera carece de oxígeno.

Aparecen las primeras bacterias y algas verde-azuladas en los océanos las cuales, tras muchos millones de años, permitirán que nuestro planeta tenga oxígeno. Se desarrollan los protistas (organismos unicelulares). Aparecen las plantas marinas sin flores y se hacen abundantes. Aparecen los primeros animales, incluyendo gusanos y medusas.

Las rocas del precámbrico consisten en general en:

- a) Estratos ígneos y sedimentarios metamórficos, como gneis, esquistos, pizarras, cuarcitas y calizas cristalinas.
- b) Rocas ígneas, ligeramente alteradas.

c) Rocas sedimentarias que contienen fósiles de vida marina primitiva uni y pluricelular, como algas, trazas de vida más primitiva, como bacterias y en las rocas precámbricas más jóvenes conjuntos de invertebrados marinos complejos de cuerpo blando, que no evolucionaron.

Las rocas del precámbrico son ricas en menas y otros minerales: la mena de hierro, oro, níquel y cobre. También aparecen materiales empleados en construcción como granito y mármol.

- **Paleozoico:** (590-248 m.a.) O primario. Hasta finales de este primer período existe un único continente: el ya mencionado *Pangea*, rodeado por un único océano: *Phantalasa*. La vida se desarrolla en el mar, no así en la tierra. Se divide en seis períodos: Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.

- **Cámbrico:** (590-505 m.a.). El nombre proviene de “Cambria”, nombre dado por los romanos a las rocas sedimentarias de Gales. Los invertebrados se extienden por los océanos. Abundan los *trilobites*. Aparecen los primeros moluscos. Existe oxígeno y estos animales ya son capaces de respirar. Es gracias a estos animales con caparazones quitinosos o calizos por lo que han podido llegar fósiles hasta nuestros días, al contrario que los seres blandos del *precámbrico*.

Las rocas sedimentarias del cámbrico son los estratos mas antiguos entre los que se identifican correlaciones estratigráficas claras. Es por ello por lo que tenemos mayor conocimiento de estos 85 millones de años que de los 4.000 millones anteriores.

Poseemos pruebas evidentes de la existencia de placas tectónicas en esta era. Las múltiples colisiones entre ellas dieron lugar, a lo largo de

este periodo, a una gigantesca masa de tierra o supercontinente. Conocido por los científicos con el nombre de Gondwana, incorporaba el germen de los cuatro continentes australes de nuestros días: América del Sur, África, Antártida y Australia occidental. Incluía también India, regiones de México, Florida, Europa del sur y, tal vez China.

La distribución de los continentes durante el cámbrico era muy diferente a la actual. La mayoría de las masas terrestres se encontraban en los trópicos o en el hemisferio sur. La evidencia en favor de que la Norteamérica y la Europa del norte ancestrales ocupaban áreas tropicales procede de los depósitos salinos encontrados en las rocas cámbricas de ambas masas terrestres. Gondwana, que cubría un área mucho más extensa que las masas continentales del norte, se extendía desde los trópicos y la zona templada del sur hasta casi el polo sur.

- **Ordovícico:** (505-438 m.a.) El nombre proviene de una antigua tribu galesa, que es donde se estudiaron los primeros estratos de esta época de forma sistemática. Evolucionan los primeros crustáceos. Primero aparecen unos vertebrados similares a los peces, que carecen de aletas y mandíbulas.

El predecesor del océano Atlántico actual empezó a contraerse mientras que los continentes de esa época se acercaban unos a otros. Los trilobites seguían siendo abundantes Surgieron también peces con caparazón y sin mandíbula -son los primeros vertebrados conocidos-.

Norteamérica y Europa, separadas por agua durante el cámbrico, colisionan. Europa y Asia estaban separadas por un mar largo y estrecho en el que se acumularon los sedimentos de la geosinclinal de los Urales. La propia Asia estaba fragmentada: Siberia y China estaban separadas

por aguas marinas. En el hemisferio sur, el supercontinente de Gondwana, rodeado por un cinturón de geosinclinales, abarcaba Sudamérica, Antártida, África, India y Australia, así como porciones de corteza continental —México y Florida— que no se unieron a Norteamérica hasta el carbonífero.

El clima es cálido y húmedo en gran parte de lo que sería Eurasia.

- **Silúrico:** (438-408 m.a.) Su nombre también proviene de una antigua tribu inglesa. Aparecen los primeros peces con mandíbula. Prosperan los arrecifes de coral en los océanos. Enormes escorpiones marinos cazadores. En tierra aparecen las primeras plantas.

El silúrico se produce entre dos sucesos mayores de formación de montañas: la orogenia tectónica, del precedente ordovícico, y la orogenia acádica, en el devónico posterior. La convergencia de las placas tectónicas, iniciada durante el ordovícico, plegó las rocas sedimentarias que se habían acumulado en el geosinclinal caledoniano del noroeste de Europa. Estas rocas, que habían sufrido metamorfismo y presentaban intrusiones de rocas ígneas, están ahora expuestas en zonas tan alejadas entre sí como Groenlandia, Inglaterra o Noruega. Los continentes de la época estaban agrupados en varias extensiones de tierra. Las del sur formaban el supercontinente de Gondwana y las del norte se dividían entre las grandes extensiones de tierra norteamericana, europea y asiática.

- **Devónico:** (408-360 m.a.) El nombre proviene de Devon, Inglaterra. También denominada era de los peces. Estos animales dominan la vida en los mares. Evolucionan los primeros insectos. Aparecen los primeros anfibios sobre la tierra. Aparecen también los helechos en tierra.

El principal acontecimiento geológico del devónico fue la colisión a tres bandas entre antiguas masas continentales: las antecesoras de Norteamérica y Eurasia por una parte, y Gondwana, el hipotético supercontinente que dio origen a todos los continentes actuales del sur del planeta. Las fuerzas de compresión generadas por esta colisión plegaron y convirtieron en montañas grandes secciones de rocas sedimentarias, que se habían acumulado en geosinclinales. Este episodio de orogénesis recibe el nombre de plegamiento orogénico *acadiano* en Norteamérica y el de plegamiento orogénico *caledoniano* en Europa. La erosión de las laderas de las nuevas montañas caledonianas produjo enormes cantidades de arena gruesa roja y grava que se depositaron en la plataforma estable del interior del continente, inundada de forma intermitente por mares cálidos y poco profundos en los que crecían esponjas y arrecifes de coral. Estos antiguos depósitos aluviales reciben en Gran Bretaña el nombre de arenisca roja, y pueden verse en Devon.

Durante este periodo, tanto Norteamérica como Europa estaban centradas sobre el ecuador, mientras que las porciones africana y sudamericana de Gondwana estaban centradas sobre el polo sur. En estas condiciones climáticas, y con la reciente formación de una capa atmosférica de ozono que protegía al planeta de la letal radiación ultravioleta, aparecieron en tierra firme los primeros animales que respiraban aire: arañas.

- **Carbonífero:** (360-286 m.a.) Es la era del carbón. El clima cálido y húmedo favorece la aparición de grandes bosques que dejarán restos que se transformarán en carbón. Los primeros reptiles evolucionan de los anfibios. Abundan los insectos.

El carbonífero comenzó con la deposición de sedimentos calizos, lo que dio lugar a la aparición de rocas calizas del carbonífero. A mediados del periodo, la mayor parte de la sedimentación se depositaba en los deltas fluviales. Grandes superficies de lo que habría de convertirse en el este de Norteamérica y el norte de Europa estaban cubiertas por ciénagas, y en sus sedimentos se formó turba. Estas áreas, situadas por aquel entonces en los trópicos, al norte del Ecuador, tenían un clima cálido y húmedo sin variaciones. Tales condiciones favorecieron el desarrollo de la vegetación y los organismos marinos, a partir de los cuales se formarían no sólo turba y carbón, sino también gas y petróleo.

De las antiguas masas terrestres, sólo el protocontinente de Siberia se encontraba al norte de los trópicos, llegando casi hasta el polo norte. El supercontinente de Gondwana, que comprendía lo que llegaría a ser Sudamérica, África, India, Australia y Antártida, se encontraba en su totalidad en el hemisferio sur; abarcaba una vasta superficie centrada en las inmediaciones del polo sur.

Gondwana y los diversos protocontinentes llevaban derivando los unos hacia los otros desde comienzos del paleozoico. Cuando el carbonífero se aproximaba a su fin, los movimientos de la corteza habían empezado a culminar en una colisión a cuatro bandas, de modo que cuando comenzó el período siguiente, -el pérmico-, el choque entre las placas de la corteza terrestre habían fusionado todas las masas de tierra del planeta en el único supercontinente Pangea.

Una de las principales consecuencias de esta redistribución de las superficies terrestre y marina fue el cambio climático a nivel global. El clima, cálido y húmedo a comienzos del carbonífero, fue volviéndose más fresco y seco según el periodo se aproximaba a su fin. En la placa de

Gondwana, sobrevino a continuación un largo intervalo de glaciaciones, el periodo glacial llamado permo-carbonífero.

- **Pérmico:** (286-248 m.a.) El nombre procede de una aldea rusa, con estratos estudiados de este período. Se produce el enfriamiento del planeta. Disminuyen los anfibios y se diversifican los reptiles. Se extienden los helechos y las coníferas. Se produce la mayor extinción de seres vivos conocida desapareciendo numerosas especies. Los anfibios iban decreciendo en número, pero los reptiles, que habían hecho su aparición en el periodo precedente, estaban experimentando un desarrollo evolutivo espectacular de formas carnívoras y herbívoras similares a las de los mamíferos. Durante el pérmico aparecieron también los antecesores de los dinosaurios.

Emergieron continentes de debajo de los mares poco profundos del carbonífero precedente. Los depósitos acumulados en fosas geosinclinales fueron sometidos a presión y elevados en forma de sistemas de montañas: los Apalaches del centro y del sur en Norteamérica, y los Urales en Rusia. Europa y Asia se unieron—Siberia con Rusia y China con Siberia— mientras que al oeste una colisión entre placas continentales unía Norteamérica con el continente ancestral de Gondwana. De este modo, todas las masas continentales de la tierra se reunieron en una sola, Pangea. Las regiones del sur de América y África estaban, al parecer, unidas en las inmediaciones del polo sur, junto con la Antártida, Australia e India. Norteamérica y la parte más occidental de Europa, que estaban a ambos lados del ecuador durante el pérmico, eran regiones cálidas y secas, como indican los grandes depósitos de sal y yeso que debieron precipitarse de las aguas de mares cerrados.

- **Mesozoico:** (248-65 m.a.) Durante este período se divide Pangea, primero en

dos grandes placas norte-sur: Laurasia y Gondwana respectivamente, apareciendo dos cadenas montañosas: la Caledónica y la Hercínica, debido a las deformaciones que aparecen en los contornos de estos dos súper-continentes. Este proceso sigue, suponiéndose que, hace 150 millones de años, ya los continentes actuales se hacen claramente visibles.

- **Triásico:** (248-213 m.a.) El supercontinente Pangea comienza a desmembrarse. El clima se vuelve cálido otra vez. Se forman bosques de coníferas y helechos. Aparecen los primeros dinosaurios divididos en dos grupos: con pelvis de lagarto y con pelvis de ave.

Durante esta época se desarrollaron grietas entre Norteamérica y la parte africana de Gondwana. Al ir estirándose la corteza terrestre, se hundieron grandes bloques, creando cuencas en las que se depositaron gruesos lechos de arenisca, rocas sedimentarias y esquistos.

- **Jurásico:** (213-144 m.a.) Se divide Pangea formándose el Océano Atlántico. Se separa África de Suramérica. Clima mucho más cálido que el actual. Los grandes dinosaurios herbívoros dominan la vida terrestre. Aparecen los primeros pájaros a partir de la evolución de los reptiles. Este período se suele dividir en Jurásico inferior y medio-superior.

Al principio del jurásico, *Gondwana* en el Sur y *Laurasia* (Asia, Europa y Norteamérica) en el norte, están ya divididos por el mar de *Thetis* cuya parte occidental se localizaba en el lugar que ocupa ahora el Mediterráneo. Italia, Grecia, Turquía e Irán seguían ligados a la porción norteafricana de *Gondwana*. La Antártida y Australia, que ya están separadas de *Gondwana* al comienzo del jurásico, permanecieron unidas, mientras que la India se desplazaba hacia el norte en una trayectoria de colisión con Laurasia, el supercontinente del norte.

Norteamérica, todavía unida a Groenlandia y a Europa occidental en los comienzos del jurásico, empezó a separarse de Gondwana y a derivar hacia el oeste. Esto tuvo dos efectos: primero, se abrió el golfo de México, en cuyas aguas se depositaron gruesos lechos de sal; segundo, mientras que Norteamérica empezaba la subducción del suelo del Pacífico y el inicio del volcanismo.

Entre tanto, en el hemisferio sur, Sudamérica y África empezaron a separarse, creando una vía marina larga y estrecha entre los dos continentes. Con el tiempo, esta vía se unió al gran mar ecuatorial de Thetis. Mientras que estos mares crecían y se unían, zonas de agua marina poco profundas y cálidas se extendieron por gran parte de Europa y de otras masas de tierra que bordeaban el mar de Thetis. Hacia el final del jurásico, estos mares bajos empezaron a vaciarse, dejando depósitos gruesos de caliza en donde se formaron algunas de las más ricas acumulaciones de petróleo y de gas.

- **Cretácico:** (144-65 m.a.) Los continentes se siguen separado, identificándose las formas actuales. Aparecen las primeras plantas con flores. Prosperan los dinosaurios, diversificándose las especies debido a los diversos continentes y climas. El período acaba con la catástrofe del choque de un meteorito que supondrá la extinción masiva de muchas especies animales y vegetales, incluyendo dinosaurios y ammonities. Se divide así mismo en inferior y superior.

Durante el cretácico, la placa continental africana, al desprenderse de Gondwana y derivar hacia el norte, sometió a los sedimentos del mar de Thetis a poderosas fuerzas de compresión, creando las raíces de los Alpes europeos. La placa africana se hundió bajo la de Laurasia,

desencadenando la actividad volcánica que hoy persiste en la península italiana y Sicilia. Mientras tanto, el recién formado océano Atlántico se ensanchó debido a la expansión del suelo oceánico a lo largo de la dorsal medio-atlántica, lo que aumentó la distancia entre África y América del Sur. Más al este, India se había separado de Gondwana y, en su deriva hacia el norte, había empezado a plegar los sedimentos del Thetis oriental formando riscos alargados, predecesores de lo que sería el Himalaya. La Antártida y Australia, aún unidas, derivaban hacia el sur y el este.

El ininterrumpido movimiento hacia el oeste de Norteamérica generó fuerzas orogénicas que dieron lugar a la elevación de las montañas Rocosas, y lo mismo ocurrió en América del sur, donde comenzó el plegamiento alpino que dio lugar en la siguiente era a la cordillera de los Andes. La aparición de las montañas Rocosas bloqueó el drenaje hacia el oeste del pujante mar del cretácico tardío, convirtiendo buena parte del interior de la zona oeste de Norteamérica en una gigantesca ciénaga

- **Cenozoico:** (65 m.a.-hoy) Durante el período el cambio principal se debe a la traslación de estas placas, mas que en la modificación general de su forma, es la fase principal de la denominada deriva continental, que dará origen a los diversos relieves existentes en la corteza terrestre. Se divide en dos períodos: Terciario y Cuaternario.
 - **Terciario** (65 m.a. – 2 m.a.) El terciario se divide en 5 partes: el paleoceno, el eoceno, el oligoceno, el mioceno y el plioceno. Fue una época de grandes fluctuaciones térmicas, desde el eoceno tropical hasta los periodos glaciales del pleistoceno. Los vertebrados dominantes eran los mamíferos, que se encontraban en fase de diversificación creciente.

- **Paleoceno:** (65-55 m.a.) Clima cálido y húmedo. Continúa la evolución de las plantas con flores. Aparecen los insectos polinizadores. Los mamíferos comienzan a proliferar, como los lemures.

El paleoceno marca el paso final en la desmembración del supercontinente ancestral Pangea que empezó a separarse en los comienzos del mesozoico temprano. Se separan finalmente la Antártida de Australia; en el hemisferio norte, el fondo marino en expansión del Atlántico norte ensanchado alejó Norteamérica de Groenlandia.

- **Eoceno:** (55-38 m.a.) Continúa la evolución de los mamíferos, diversificándose y aumentando de tamaño. Evolucionan los simios y lemures.

En el hemisferio occidental, el eoceno marcó la última fase de la orogénesis de las cordilleras, el episodio de alzamiento de las grandes cadenas montañosas que se extienden hacia el norte y el sur en el oeste de América. En el noroeste, los sedimentos arcillosos depositados en los vastos lagos del eoceno se compactaron para formar valiosos depósitos de esquistos petroleros. Al mismo tiempo, el supercontinente de Laurasia siguió desgajándose, la expansión de los suelos marinos comenzó en serio en la sección más septentrional de la dorsal medio-atlántica, impulsando a Groenlandia hacia el oeste, alejándola del norte de Europa, y desencadenando la erupción de grandes flujos basálticos, cuyos restos pueden apreciarse en Irlanda, Escocia, Islandia y Groenlandia.

Las fuerzas generadas por las colisiones continentales que habían comenzado al comienzo de la era precedente, el mesozoico, condujeron al alzamiento del sistema montañoso alpino-himalayo. Mientras tanto,

sobre las llanuras del noreste de la India corrieron ingentes cantidades de basalto fundido al unirse este subcontinente recién formado, desgajado de África durante el cretácico, a Asia. En el hemisferio sur, la Antártida y Australia, que habían comenzado a separar en el paleoceno, se alejaron la una de la otra.

- **Oligoceno:** (38-25 m.a.) Aparecen los primeros primates similares a los humanos. Se extinguen muchos de los primeros mamíferos. Prosperan grandes pájaros no voladores.

Las colisiones entre las placas de la corteza terrestre continuaron sin pausa desde el eoceno. En el hemisferio oriental, los restos afroárabes e indios de la *Gondwana* chocaron con Eurasia al norte, cerrando el extremo oriental del mar de Thetis y dejando en su lugar un residuo muy mermado, el Mediterráneo. Las fuerzas de compresión generadas por la colisión contribuyeron a elevar un extenso sistema de cadenas de montañas, desde los Alpes en el Oeste hasta el Himalaya en el Este. Mientras tanto, la placa australiana chocaba contra la indonesia, y la norteamericana había empezado a solaparse sobre la del Pacífico.

Como resultado, el proceso de expansión de suelo marino originado en la dorsal del este del Pacífico se desvió a una dirección perpendicular al eje de la dorsal. Se produjo la falla de San Andrés, para compensar este cambio en el movimiento entre placas. El clima siguió siendo subtropical y húmedo en toda Norteamérica y Europa, pero había comenzado una tendencia al enfriamiento global a largo plazo, que culminaría en los periodos glaciales del pleistoceno.

- **Mioceno:** (25-12 m.a.) El clima se vuelve frío; los bosques comienzan a disminuir. Prosperan los mamíferos similares al ciervo. Aparecen los

primeros homínidos hacia el final de este período.

La elevación de las grandes cordilleras montañosas que había comenzado como resultado de la colisión entre placas durante el oligoceno, siguió adelante. Entre estas cordilleras, las principales fueron los Alpes en Europa, el Himalaya en Asia y las cadenas montañosas del continente americano. Los sedimentos producidos por la erosión de estos sistemas se depositaron en cuencas marinas poco profundas, para terminar convirtiéndose en la localización de ricos depósitos petrolíferos en California, Rumania y la costa oeste del mar Caspio.

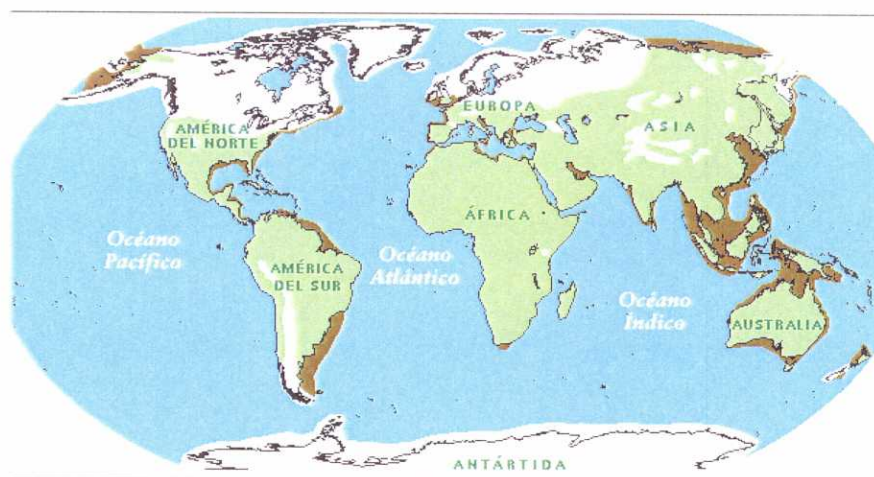
- **Plioceno:** (12-2 m.a.) Clima frío y seco. Los mamíferos alcanzan el máximo de su diversidad. Muchas de las criaturas terrestres son similares a las actuales. Los peces óseos dominan el mar.

Durante el plioceno, en Europa, los Alpes continuaron su ascensión apoyados por el movimiento que empujaba y combaba la corteza en una región amplia de este continente. El clima se hizo más frío y seco con la aproximación de los periodos glaciales del pleistoceno. Los mamíferos se habían establecido desde hacía tiempo como la forma de vida terrestre dominante y la evolución rápida de un grupo, los primates, produjo especies consideradas antepasados directos del Homo sapiens.

-**Cuaternario:** (2 m.a. - hoy) Las capas de hielo continentales intermitentes cubrieron gran parte del hemisferio norte. Los restos fósiles ponen de manifiesto que hubo muchos tipos de prehumanos primitivos en el norte y sur de África. Más tarde en este periodo, Las capas de tierra retrocedieron al final y empezó la edad moderna. Se inicia el descenso y retroceso continental desde el estrecho de Magallanes hasta las Antillas y se generan ríos y lagunas. Se divide en dos eras: Pleistoceno y Holoceno.

- **Pleistoceno:** (2 m.a.-10.000 años). Era de las glaciaciones. Se extinguen especies de mamíferos como el mamut y tigres con diente de sable. Aparece el homo sapiens.

Los sistemas montañosos alcanzaron su altura y configuración aproximadas por acción de la erosión durante el pleistoceno tardío.



El pleistoceno se caracterizó por la extensión del hielo en forma de glaciares sobre más de una cuarta parte de la superficie terrestre del planeta. Un sistema glacial europeo estaba centrado sobre Escandinavia, y se extendía al sur y al este a través del norte de Alemania y el oeste de Rusia, y hacia el suroeste sobre las islas Británicas. El segundo gran sistema glacial del hemisferio norte cubría la mayor parte de Siberia. En Norteamérica, un sistema glacial cubrió Canadá y se extendió al sur hasta Estados Unidos, llegando incluso hasta Arizona. Las regiones ártica y antártica estaban también cubiertas de hielo, al igual que la mayoría de los picos de las montañas altas de todo el mundo. Los efectos topográficos de la acción de los glaciares durante el pleistoceno son perceptibles en buena parte del mundo.

- **Holoceno:** (10.000 años – hoy) El hombre aparece en la Tierra. el deshielo hizo que el nivel del mar subiera treinta o más metros, inundando grandes superficies de tierra y ensanchando la plataforma continental del oeste de Europa y el este de Norteamérica.

División cronológica de la historia de la Tierra

Millones de años	Eón	Era	Período	Época	Ciclos orogénicos	
2	Fanerozoico	Neozoica o Cuaternaria		Holoceno	Alpino	
				Pleistoceno		
65		Cenozoica o Terciaria	Neógeno	Plioceno		
				Mioceno		
			Paleógeno	Oligoceno		
				Eoceno		
				Paleoceno		
225		Mesozoica o Secundaria	Cretácico	Superior		
				Inferior		
			Jurásico	Malm		
				Dogger		
				Lias		
				Triásico		Superior
			Medio			
			Inferior			
			570	Paleozoica o Primaria		Pérmico
Inferior						
Carbonífero		Superior				
		Inferior				
Devónico	Superior					
	Medio					
	Inferior					
Silúrico	Superior				Caledoniano	
	Inferior					
Ordovícico	Superior					
	Inferior					
Cámbrico	Superior					
	Medio					
	Inferior					
2500	Proterozoico	Precámbrica	Algónquico		Huroniano	
4500	Criptozoico		Arcaico			

2-ENCUADRE GEOLÓGICO GALLEGO

*Purros tectónicos
ergueron o zarzo xeolóxico,
a pétrea arquitectura da nai terra,
a primaria estrutura das montañas
(Celso Emilio Ferreiro)*

"Galicia, que era a mediados del siglo XIX una de las tierras de Europa mejor conocidas geológicamente, pasó a ser en el siglo XX la tierra peor estudiada en su conjunto". (I. Parga Pondal)

El desarrollo de la ciencia de la geología durante el siglo XIX se basa en los estudios de **Schulz**, (1835), **Macpherson** (1881) y **Barrois** (1882). En la primera mitad del siglo XX las aportaciones a la geología gallega son mas bien escasas, destacar los estudios de **Hernández Sampelayo** (1922). En 1945 aparece la obra de **Carle**, con soporte cartográfico, que supone un avance importante. A partir de este momento aparecen tres escuelas que estudian partes de Galicia: la escuela alemana, la holandesa y los geólogos **Matte** y **Capdevila**. También habrá que destacar los trabajos de **Parga Pondal**. En la escuela alemana destacar los estudios de **Lotze** (1945). La escuela holandesa trabajó casi en exclusiva en la zona de cabo Ortegal, destacando los trabajos de **Vogel** (1967).

Capdevilla (1969) estableció las bases para el conocimiento del metamorfismo y de los granitos hercínicos que aún sigue en vigencia. **Matte** (1968) supuso la primera síntesis de la estructura del NW de la Península.

Posteriormente el Instituto Geológico y Minero de España, fundamentalmente el Proyecto **MAGMA**, aportan importantes avances cartográficos y petrológicos entre otros.

ORIGEN DE LA GEOMORFOLOGÍA GALLEGA

Durante el Precámbrico (650 millones de años), La Galicia occidental estaría incluida dentro de una pequeña masa continental denominada Armórica. Cerca del Carbonífero y poco antes de iniciarse la orogenia Hercínica, colisionó con el borde occidental de lo que más tarde sería la península Ibérica. La cicatriz de esta unión se identifica hoy con la región del "Olló de Sapo".

Como hemos indicado, la era Paleozoica se inicia con la dispersión Pangea I, que se disgregó para volverse a unir en Pangea II al final de esta era. Las colisiones que concluyen esta reunificación constituyen lo que conocemos bajo el nombre de Orogenia Hercínica. Durante todo el Paleozoico se acumularon potentes series de sedimentos y rocas volcánicas en las grandes cuencas sedimentarias oceánicas, que durante la Orogenia Hercínica fueron transformadas en rocas metamórficas y plutónicas, formando la cadena montañosa Hercínica, que hoy puede seguirse fragmentariamente desde el norte de África hasta Centroeuropa y desde el golfo de México hasta el Este de los EE. UU.



Al territorio con restos de esta actividad se le denomina Macizo Hercínico o Hespérico de la Península Ibérica.

Se corresponden geológicamente con terrenos de la era primaria o paleozoica deformados durante la orogénesis herciniana. También cubre los terrenos precámbricos ya previamente deformados y re-trabajados nuevamente durante esta etapa.

Este territorio es un afloramiento continuo que ocupa la mayor parte de la mitad occidental de la península ibérica, limitado por terrenos fundamentalmente de la época mesozoica y terciaria.

El Macizo Hespérico es un segmento de la Cadena Herciniana Europea, una antigua cordillera de plegamiento cuyo trazado se puede seguir de forma fragmentada desde centro Europa, hasta el extremo noroccidental de Francia, con un trazado Este-Oeste. En este punto traza un arco hasta unirse con la costa cantábrica galaico-asturiana.

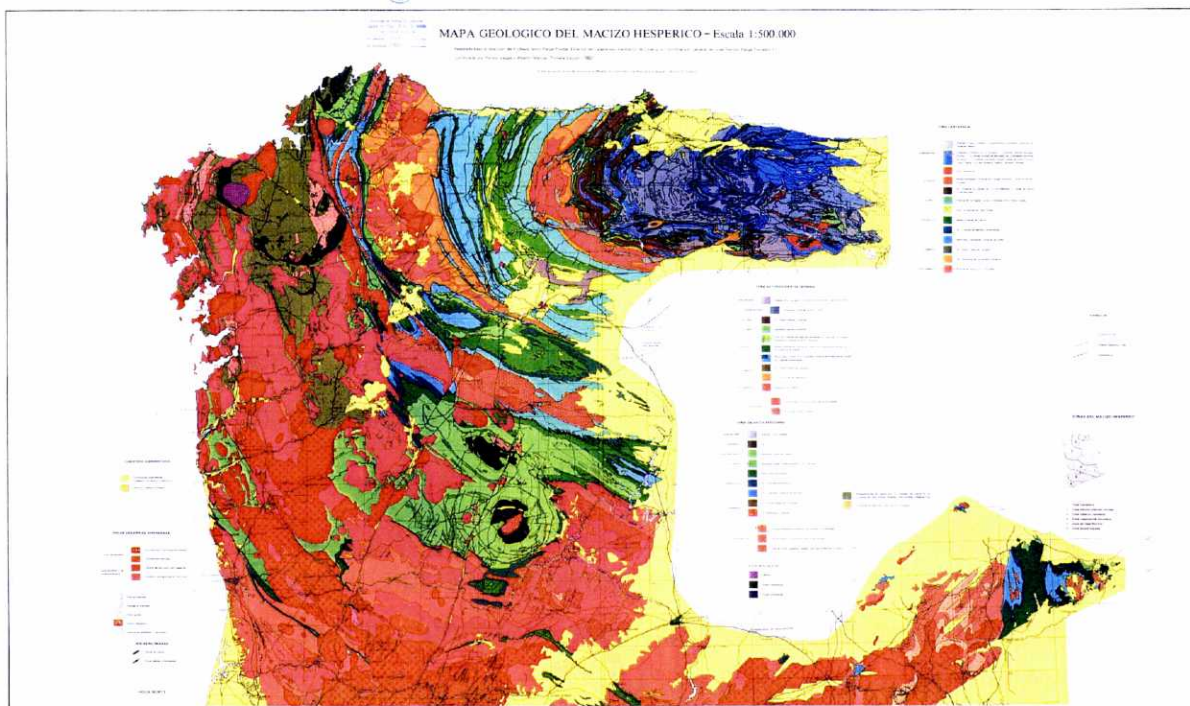
Lotze, en 1945 propuso una división del Macizo Hespérico en varias zonas alargadas, donde se pueden identificar zonas con aspectos comunes. Estas zonas serían, de Norte a Sur:: Zona cantábrica, la Asturoccidental-leonesa, la Galaico-castellana, la Lussooriental -alcudiana, la Ossa-Morena y la Surportuguesa. Todas estas zonas describen sensiblemente un arco: arco o rodilla astúrica. De estas zonas, la actual Galicia estaría superpuesta en gran parte de la Asturoccidental-leonesa y la Galaico-castellana.

La zona Asturoccidental-leonesa comenzaría al Oeste del Narcea, quedando limitada al oeste por la estructura singular de Olla de Sapo. Esta zona se caracteriza por un gran desarrollo durante el paleozoico inferior, apoyadas en un substrato de materiales esquistosos precámbricos. Los espesores máximos de estas capas llegan hasta los 10.000 metros de profundidad. Se pueden establecer tres grandes etapas de deformación:



- 1 - Se originan pliegues acostados, algunos de kilómetros, como los mantos de Mondoñedo y O Caurel.
- 2 - Posterior cizallamiento por grandes cabalgamientos.
- 3 - Replegamiento casi vertical del conjunto.

La zona Galaico-castellana ocupa la parte más interna de la cadena del NW peninsular, ya no tiene una caracterización tan sencilla como la anterior. Comenzará, evidentemente, en el complejo de Olla de Sapo, acabado en una zona más difícil de delimitar al norte del sinclinal Tamames-Valongo o de la falla de Toledo. Se suele diferenciar a su vez en dos áreas: la ocupada por Galicia centro-occidental y Tras-os-Montes y la situada al Sur de esta, hasta su límite inferior. El límite del Olla de Sapo se precisa más al Este ya que en ambos flancos de este antiforme no existen grandes diferencias estratigráficas. Hoy en día se suele fijar en la falla de Vivero.



Como veremos mas en detalle posteriormente, una de las características del área de Galicia es la existencia de varios complejos constituidos por rocas ultrabásicas, básica y sedimentarias afectadas por un metamorfismo catazonal. Sobre estas rocas se sitúan meta-sedimentos afectados tan solo por un metamorfismo epi o mesozonal. Han sido atribuidos tradicionalmente al precámbrico, aunque no se puede rechazar una edad cámbrica o del Ordovícico inferior. Este conjunto de rocas fue sometido a una deformación polifásica acompañada de metamorfismo durante la orogénesis herciniana.

Este proceso de deformación incluiría en fases sucesivas el desarrollo de pliegues y cabalgamientos. Posteriormente, como en la zona Astur, se formarían pliegues de plano axial casi verticales.

Posteriormente **Julivert** y otros en 1972 precisaron estas divisiones basándose no solamente en la paleografía, sino también en la estructura y el metamorfismo, distinguiendo entre tres grandes zonas: La zona cantábrica, la Asturoccidental-leonesa y la centroibérica.

Vidal Romaní distingue en la historia geológica de Galicia dos etapas:

- Etapas pre-geomorfológica
- Etapas geomorfológica

De la primera apenas quedan rastros. Básicamente se trata de rocas magmáticas o metamórficas, formadas en el interior de la tierra, lo que implica que van a dar poca información sobre lo que ocurría en la superficie.

Pero estas rocas son las que permiten una reconstrucción de la Galicia existente en la Pangea, el súper continente existente hace unos 300 millones de años. (**Twidale y Romaní**, 1994). En este continente apenas aparece reflejado el Noroeste de la península ibérica.

Sin embargo se demuestra la existencia de rocas gallegas hace unos 1000-1500 millones de años, en el precámbrico superior. Estos afloramientos tienen poca extensión, apareciendo solamente a finales de este período grandes extensiones de la superficie actual gallega: son los complejos alóctonos¹. Entre estos complejos magmáticos y metamórficos podemos señalar los de Ordes, Ortegal, Malpica-Tui, Bragança y Morais.

Su situación actual se debe a la colisión entre dos placas, en una etapa anterior a la aparición de Pangea.

La referencia morfológica más antigua se viene a corresponder con la parte central de la provincia de A Coruña, es el Complejo de Órdenes (Vidal Romaní).

¹. Se denominan así debido a que han sido trasladados hasta su situación actual desde grandes distancias, llegando a centenares de kilómetros, aunque fue después del precámbrico.

Pero no será hasta hace aproximadamente 200 millones de años (jurásico) cuando se comienzan a conservar los rasgos geomorfológicos principales.

En esta época aparecen los relieves sumergidos situados en la parte occidental de Galicia, el Banco Gallego, a unos 600 kilómetros de la costa, con profundidades de unos 500 a 2500 metros. La relación de estos bancos con Galicia está probada (BLACK, 1964). Esta misma edad tienen algunas zonas como, por ejemplo, el inicio del cañón del Sil.

Esto origina las montañas hercínicas, de las que aún se pueden ver parte de sus orígenes en O Courel.



En este momento se emplazan en su situación actual las unidades de Ordes y Ortegál, con la subducción parcial de la unidad Malpica-Tuy, durante la colisión hercínica. (ORTEGA, E. y GIL IBARGUCHI, I).

El borde de estas dos placas en colisión coincide con la situación actual del sinclinal Ollo de Sapo, otra unidad del precámbrico, autóctona y aún en su situación actual.

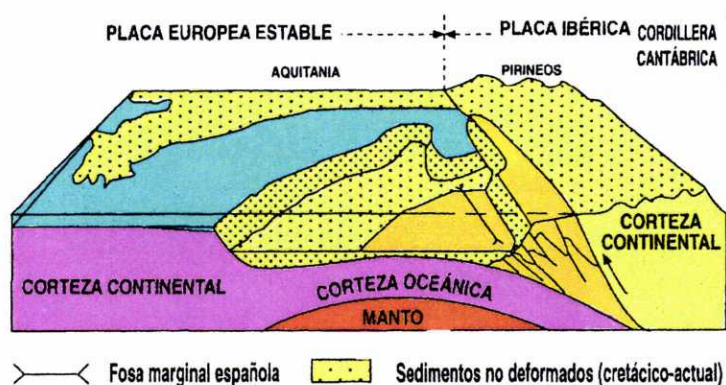
Pangea, rodeado por un único océano (Panthalasa) permanece sin grandes variaciones durante el pérmico y perdura hasta el triásico.

En el triásico. La mayor parte del macizo Hespérico de la Península Ibérica se hallaba emergido, sometida a la erosión aunque solo se conocen depósitos triásicos en el Banco Gallego (depresión Valle Inclán). Se supone que se trata de una zona emergida en ese momento o, zonas a escasa profundidad.

Pronto aparecerá el valle de rift del centro del futuro océano Atlántico, iniciándose la separación entre Europa y América. De hecho, a inicios del Cretácico (150 millones de años) ya están separadas Galicia y América del Norte.



- Cuenca externa (Banco de Galicia)
- Prisma de acreción (situación "Ollo de Sapo")
- Orógeno de colisión (Galicia occidental)

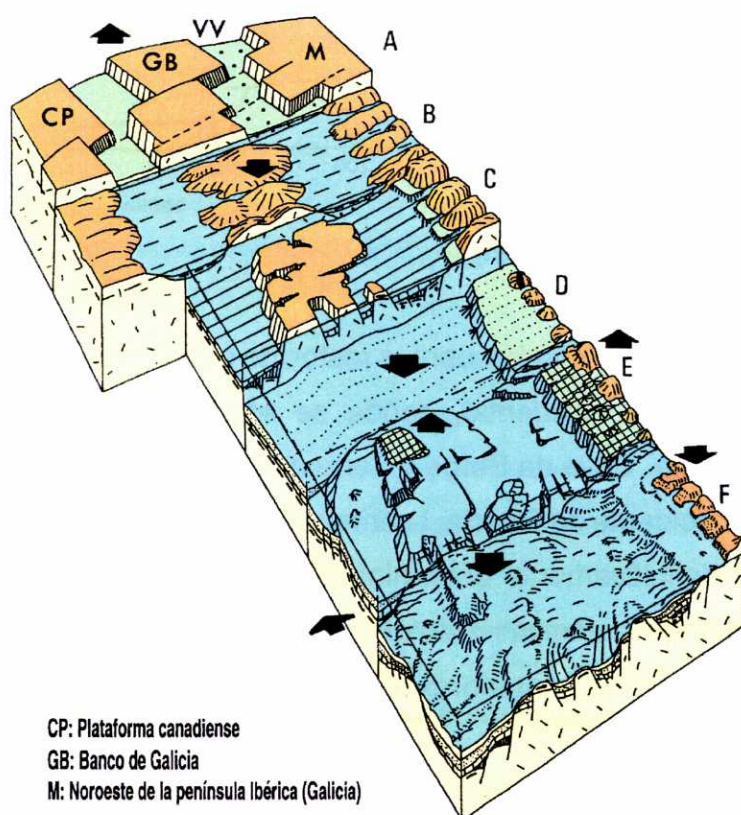


- Fosa marginal española
- Sedimentos no deformados (cretácico-actual)

Uno de los puntos calientes (triple unión) se situaría al noroeste de Galicia, del que partirían 3 rifts o fracturas con vulcanismo asociado, dando lugar a la expansión de los

fondos oceánicos. Un proceso muy similar al que en la actualidad se da en el Rift africano.

En este momento se producirán dos nuevos eventos que acabarán por conformar las bases geomorfológicas del país gallego. Por una parte se producirá en el Oeste el estiramiento y adelgazamiento de la corteza, que ocasiona el fraccionamiento de la misma en una serie de bloques que llegan hasta los 600 km de la costa gallega. Por otro lado, resultado de la colisión de la placa euroasiática con la Ibérica, al norte, a finales del cretácico y el eoceno, ocurrirá una subducción a consecuencia de la cual se produce el levantamiento de cabo Ortegal, la aparición de la rasa cantábrica y la formación de la fosa oceánica delimitadora de la península ibérica.

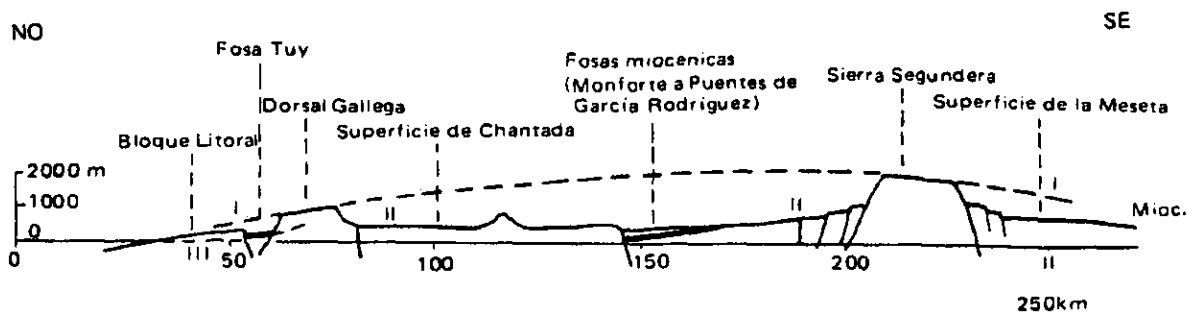


A partir del Mesozoico tiene lugar la orogenia Alpina, fruto de la acción conjunta del movimiento relativo de África contra Europa y responsable de la creación de cordilleras como los Alpes, las cordilleras Béticas o los Pirineos, que si bien no afecta directamente a Galicia, sí produce una reactivación por distensión de las fracturas hercínicas que se traduce en levantamientos y hundimientos de bloques.

ELEMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DE LA COMUNIDAD GALLEGA

Superficie central o fundamental: La zona más interna de Galicia, formada por la dorsal gallega y la Serra do Faro, con algunos horts litorales como son la Serra do Xistral o la Serra da Carba, así como los corredores de fallas de Meirama y As Pontes. Presenta tanto rocas metamórficas como plutónicas, formando un plano ondulado en que el que se alternan lomas suaves y depresiones poco profundas, con restos aluviales.

La superficie de Chantada es la parte mejor conservada de esta superficie fundamental, aunque tiene la incisión del río Miño.



Corte esquemático del relieve del macizo gallego (Solé Sabarís 1981)

Sobre esta superficie fundamental no son frecuentes restos de otras superficies más antiguas, salvo en la parte occidental, donde se encuentra con las alineaciones de la Serra da Loba, Cova da Serpe y Serra do Faro, que separan la zona de Chantada con el occidente de Galicia. La interpretación del origen de estas alineaciones no está definitivamente determinado, ha sido interpretado clásicamente debido a diferencias litológicas o tectónicas. Otros (**Vidal Romaní**) sostienen que son restos de superficies anteriores a la superficie fundamental de Galicia.

Al Oeste de esta región central, la superficie fundamental se va degradando,

[illegible]

asocia con el proceso tectónico del origen de la costa oeste gallega, como resultado de la apertura del océano atlántico, desde finales del mesozoico (**Vidal Romaní**)

Las Rías Baixas se superponen a este sistema de depresiones, aprovechando en su tramo final parte de la misma para desarrollar su trazado (Muros, Arosa, Pontevedra y Vigo). Esta fragmentación, unida a la ausencia de plataformas marinas de abrasión, indica que han sido los efectos tectónicos anteriormente citados los principales responsables del origen de las Rías Baixas, desempeñando la erosión fluvial y marina un papel secundario y claramente posterior en el tiempo

Cubetas lucenses orientales: Pequeñas cuencas con sedimentos recientes del cenozoico, alineadas de Norte a Sur, situadas en la zona de contacto entre el Occidente granítico de Galicia y el Oriente metamórfico. Situadas entre la superficie central y las montañas previas al Bierzo.

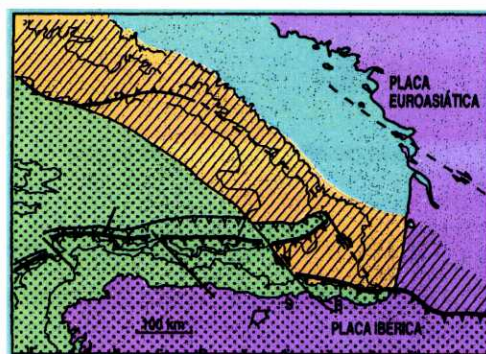
Grupo principal de cuencas lucenses: Corresponden a esta zona la Terra Chá, Sarria y Monforte así como sus cubetas y afloramientos satélites, como puede ser Lugo, Portomarín o Chantada. Tienen configuración disimétrica con un borde oriental paleozoico, fosilizado por el relleno sedimentario y un límite oriental plutónico, con morfología bien conservada y reconocible. La altura varía entre los 500 metros de Vilalba y los 600 de Chantada. Las fosas abiertas a lo largo de fallas suelen tener fondo compartimentado formados a partir de alineaciones cuarcititas. Los depósitos de relleno suelen ser arenas, con espesores variables que van desde la delgada cobertura aluvial de Chantada hasta espesores superiores a los 200 metros en Monforte. Estos sedimentos se atribuyen al terciario. En muchos casos estos depósitos han sido trabajados posteriormente en el cuaternario por ríos, dando lugar a las terrazas fluviales del Miño o el Sil.

Al Este, estas cuencas se rematan con un entorno montañoso de topografía compleja basado en crestas cuarcíticas y valles sobre pizarras. Estos relieves son anteriores a la formación de las fosas y están truncados por las mismas.

Valle del Sil: Entre O Barco y Monforte, consistente en una cadena de depresiones estrechas y profundas. El Sil formó el cañón existente en el cenozoico. Existen zonas con grandes capas de sedimentos, como Quiroga, A Rúa y O Barco. Finalizado el Sil el relieve se eleva hacia la sierra de Quiexa, Pobra de Trives y Castro Caldelas.

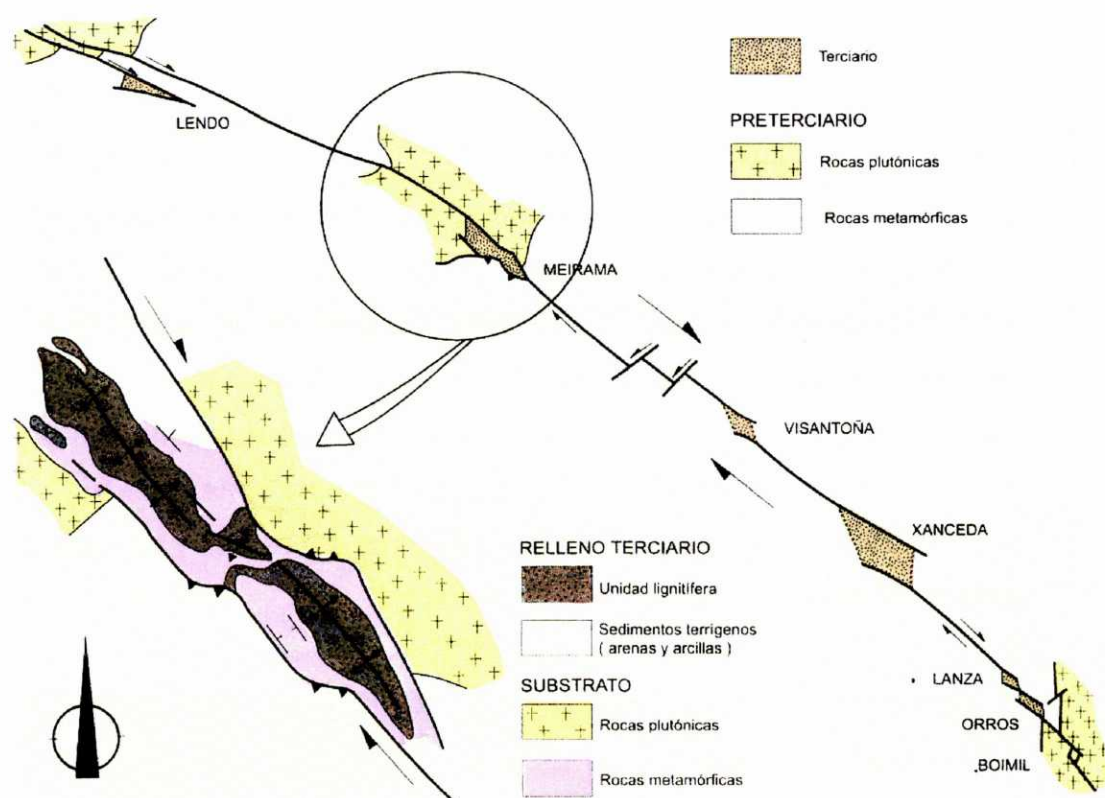
Sur de Orense: Los paisajes de sistemas montañosos de escasa consideración son característicos de esta zona, basculando hacia el Sur. Fosa de Maceda: con depósitos detríticos, limitada al NNE por el escarpe de 400 m del Alto do Rodicio, truncando la superficie de Castro Caldelas. La depresión de Xinzo de Límia estaba ocupada por la laguna de Antela, ahora disecada, llanura aluvial del pleistoceno, con relleno terciarios. La tercera cubeta sería la de Verín Chaves, con depósitos de edad cenozoica superior. Los espesores y su naturaleza son poco conocidos.

Costa Cantábrica: El perfil norte gallego es diametralmente distinto al de las Rías Baixas. La existencia en la costa cantábrica de una fosa paralela a la costa, que coincide con una zona de subducción que estuvo activa durante el paleógeno.



Se conservan restos de relieves residuales (Sierra do Xistral), de origen inciertos. Además de estas elevaciones costeras existen varias depresiones asociadas a procesos de sedimentación (Mondoñedo, Lourenzá). Toda esta vertiente

cantábrica se va escalonando en zonas planas terminando en la rasa cantábrica, que se sitúa a una cota de 20-30 metros en la costa norte gallega. En este caso, el origen estaría en el terciario, correspondiéndose con una zona de colisión-subducción, que es la mejor justificación existente en la actualidad de la transición desde la superficie fundamental al Mar Cantábrico (**Vidal Romani**).



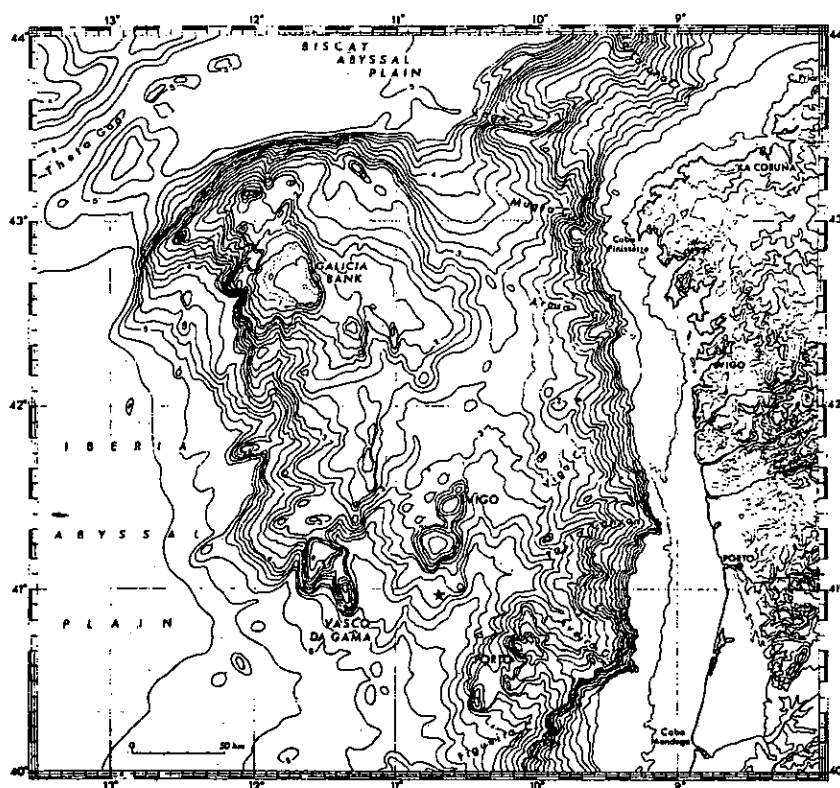
Falla de Meirama (Vidal Romani)

Un elemento característico es la depresión de As Pontes, de origen tectónico y que desarrolla sensiblemente longitudinal, a lo largo de la misma se van desarrollando una serie de depresiones rellenas de sedimentación (San Sadurniño, As Pontes, Roupar, Vilalba). Es una ruptura compleja que desnivela las plataformas del bloque costero respecto a la superficie fundamental. Al suroeste de esta depresión, encajada en los Montes do Xalo, surgen diversas depresiones individuales (Meirama, Visantoña, Boimorto, etc), rellenas de

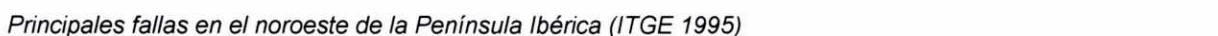
sedimentos atribuidos al neógeno, que alcanzan a veces espesores muy notables, como el caso de Meirama (340 m).

Dorsal gallega: Se desarrolla desde el sur del río Ulla hasta el norte de Portugal. La constituyen la Serra do Suído, Serra do Faro de Avión, con alturas ligeramente superiores a los 1000 metros, así como otras elevaciones satélites separadas por fracturas paralelas a la cadena principal, originando los valles existentes.

Se considera generalmente que estos relieves son resultado de una serie de superposiciones tectónicas, aunque el proceso no está suficientemente estudiado ni explicado.

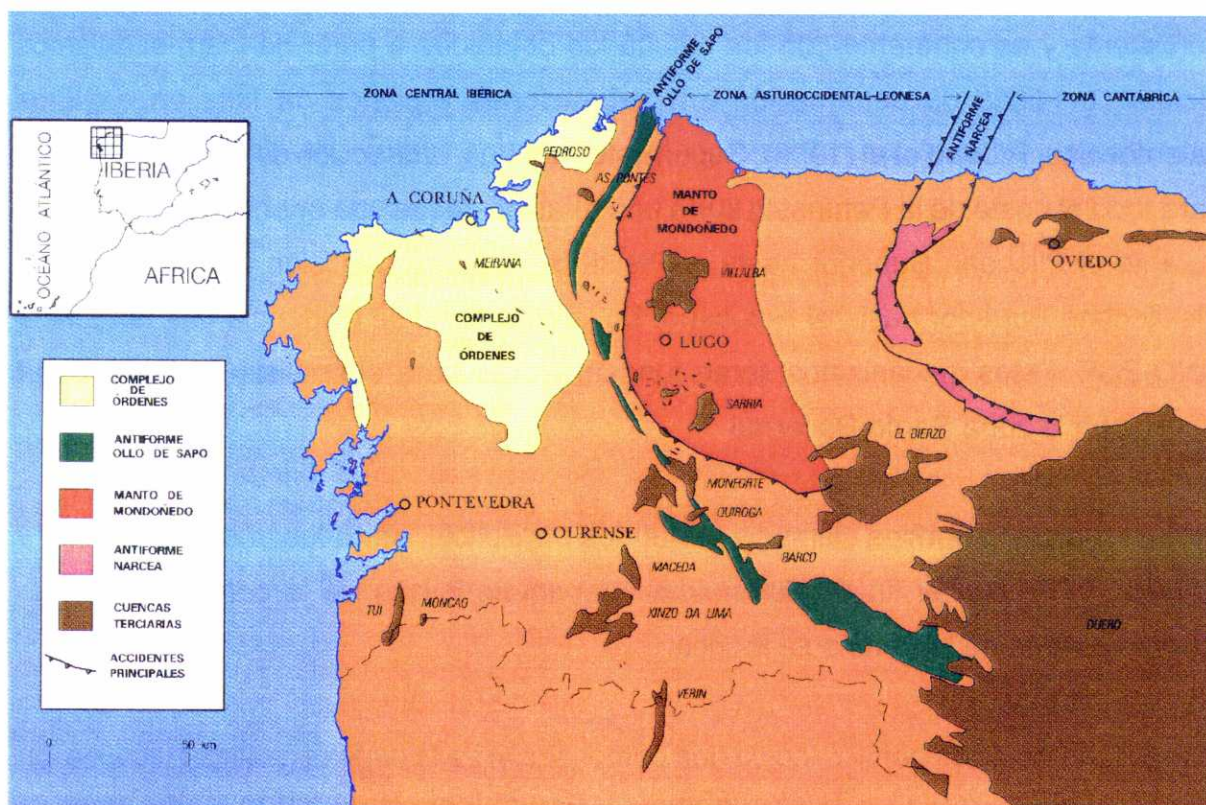


Galicia sumergida: Hemos mencionado con anterioridad la presencia de elementos característicos de la geomorfología gallega bajo el nivel del mar. En



De un estudio comparado entre las principales estructuras tectónicas gallega y de los sistemas de fallas podemos observar las características fundamentales de la geotectónica gallega.

Así vemos que el complejo de Ordenes (Ordes), queda limitado la NO por la falla de desgarre de Valdoviño (F.VA) y al S por la falla normal de Pico Sacro (F.PS). Dentro de dicho complejo merecen una especial mención las dos cuencas terciarias mencionadas de Meirama (F.ME) y As Pontes con una orientación N130°E y sensiblemente paralelas. El resto de fallas dentro de este complejo tienen una orientación predominante N10°E-N60°E y sus conjugadas N90°E-N130°E.



Principales unidades geológicas en el noroeste de la Península Ibérica (Rueda y Mezcua 2001)

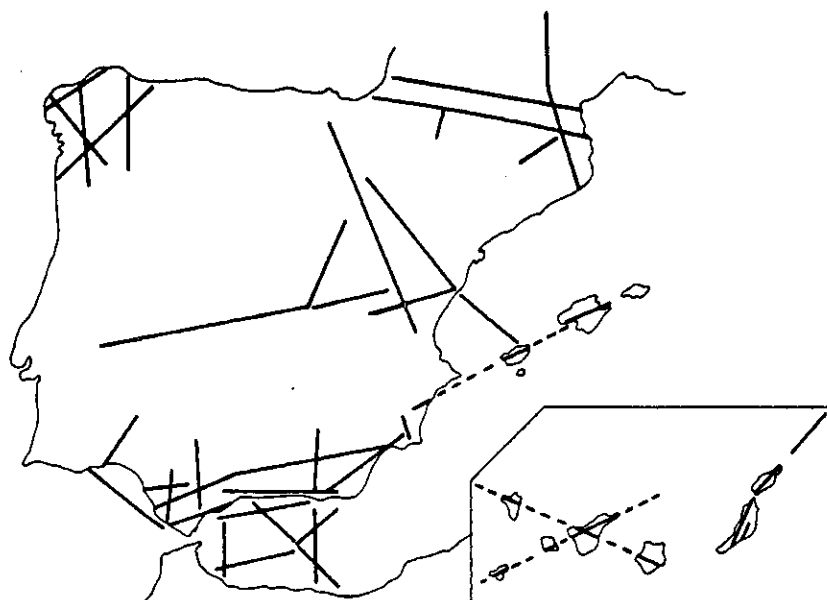
El antiformal de Olla de Sapo está limitado por la falla de Valdoviño (F-VA) y por la de

Vivero (F-VI). Dentro de esta estructura las fallas tienen dos orientaciones fundamentales, por el sur con tendencia N60°E y al norte con N130°E..

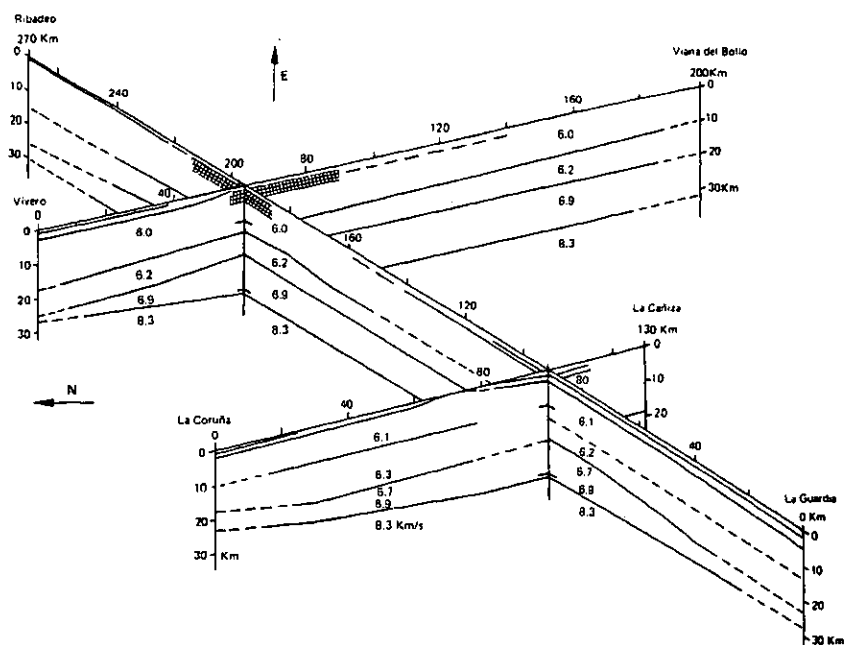
Mas al este está el Manto de Mondoñedo, ya en la zona Asturoccidental-leonesa, llegando al Antiforme del Narcea. Las fallas de la parte norte de este Manto tienen orientaciones de N90°E a N130°E, con algunas conjugadas. En la parte sur de este Manto, cerca de la zona de Sarria, existirán dos tipos principales de fallas: Un grupo de fallas invertidas con componente ENE-OSO, con traza curva y buzamiento superior a 45° al SE. En la parte central del movimiento es de falla inversa, degenerando en sus extremos a falla de desgarre. De este tipo son la Falla de Incio (F.IN) o las de Agradelo o Gundariz-Piedrafita, cercanas a Sarria. Estas fallas, y otras en la zona de Triacastela, son compatibles con una dirección de acortamiento NO-SE. Este acortamiento es persistente y es coherente con los resultados obtenidos a partir de los mecanismos focales, medidas de deformación en perforaciones y planos de falla en estudios paleofocales, Ribeiro et al (1996). Según estos autores, la dirección de esfuerzo máximo para todo el oeste de la Península sufre una rotación desde una orientación NNO-SSE durante el Plioceno Superior hasta el Pleistoceno a una dirección NO-SE desde el Plesitoceno Superior hasta el Holoceno. En la actualidad se evidencia una tendencia ONO-ESE. Estos mecanismos serán fundamentales para el análisis de la actividad sísmica en la zona Sarria-Becerreá.

Se han realizado perfiles sísmicos profundos en Galicia, entre los años 1974 y 1979 (**Udias** 1977), con el fin de determinar las características de la corteza en zonas representativas de la Península Ibérica.

El resultado de estos perfiles indica una composición de la corteza gallega en capas, en función de la velocidad con la que las atraviesan las ondas sísmicas. El espesor total de la corteza ronda los 30 kilómetros. La capa superior tiene un espesor de 13 kilómetros, la intermedia de 8 y la más profunda de 10, todos ellos valores aproximados, claro está.



Situación de los perfiles sísmicos profundos, realizados en España entre 1974-1979. (Banda et al 1982)



Esquema de la corteza gallega, los valores a puntos indican discontinuidades extrapoladas y la zona tramada indica anomalías superficiales. (Banda et al 1982)

3 – SISMICIDAD Y PELIGROSIDAD SÍSMICA GALLEGA

"Hemos vivido dos hechos perturbadores. El día después de la batalla del puente me despertó un ruido ensordecedor y noté después un violento sacudimiento de tierra. Me agarré a los bordes del bastidor de la cama y el pabellón siguió estremeciéndose por uno o dos minutos, después de lo cual todo se sumió en silencio. Quede aterrado, el corazón se me disparó locamente. De pronto apareció Mansur en la entrada para preguntar si me encontraba bien. Me costó contestarle.

-Mejor que salgas- dijo.

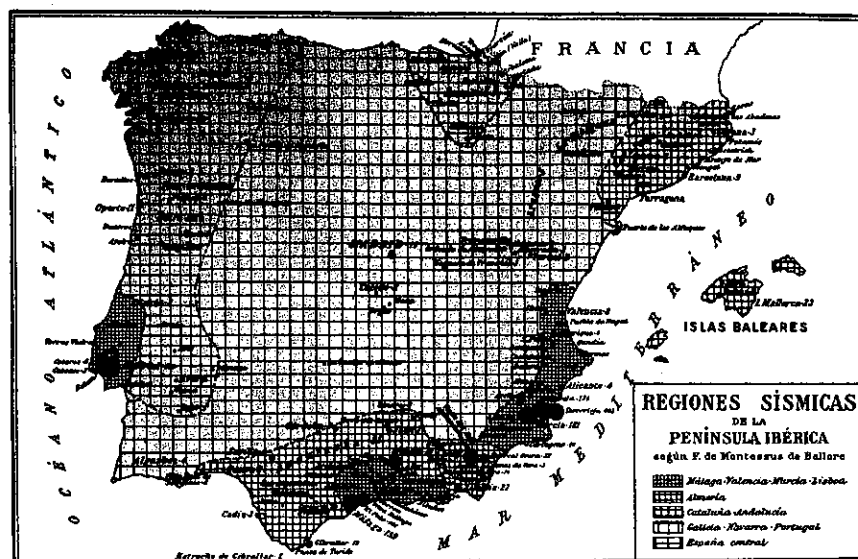
Apenas me levanté se reanudaron las sacudidas., Los palos del pabellón se agitaban como ramas al viento y la tela restallaba con golpes secos como si fuera a desgarrarse de un momento a otro y hacerse trizas. Mansur me dio la mano para sostenerme. Todo el campamento estaba en pie. Los hombres tenían los ojos como platos, los pies separados como si estuvieran en un barco sacudido por una tormenta. Todas las tiendas caían derrumbadas y los caballos tiraban violentamente de las bridas que los tenían sujetos.

-Es un terremoto- me gritó Mansur.

No causó ningún muerto, pero docenas de hombres quedaron atrapados bajo sus tiendas y se perdieron muchos animales. Durante el día hubo más sacudidas y todos los hombres salieron aterrados de las tiendas. Debo confesar que también yo me contaba entre ellos. Nunca en la vida me había sentido tan indefenso.

Aquella noche el cielo se iluminó con toda una cortina de lucecitas titilantes. Fue la cosa más fantástica que había visto en mi vida, mas dilatada y densa que un arco iris y tan extensa que los hombres creen que el terremoto liberó las almas de los muertos, aquellas luces que iban ascendiendo hasta el cielo. Es posible. Es extraño pensar en nuestros pobre y simples campesinos vagando entre las estrellas. Me pregunto si estarán también ente aquellas luces las almas de los turcos. (Terremoto durante el sitio de Antioquia durante la Primera Cruzada, diciembre de 1097. Stephen J. Rivelle. El Cruzado).

ANÁLISIS PIONEROS EN LA SISMICIDAD GALLEGA



Regiones sísmicas de la Península Ibérica. Montessus de Ballore. 1894. Espasa Calpe

Uno de los primeros análisis de la sismicidad española y, dentro de ella, de la gallega, se debe a **Montessus de Ballore** en 1894. Que propone un método consistente en dividir la Península en zonas asignándole a cada una un índice de sismicidad indicando la superficie a la que le corresponde un día de temblor de tierra por años. De esto resulta un índice de 272.351 km² para la totalidad de Galicia y gran parte de Portugal. Por este método llega a una división de cinco zonas sísmicas, que serían (de mayor sismicidad a menor):

- 1.- Málaga-Valencia-Murcia-Lisboa
- 2.- Almería
- 3.- Cataluña-Andalucía
- 4.- Galicia-Navarra-Portugal
- 5.- España Central

Si comparamos su mapa con los de las modernas normas españolas vemos ya un acercamiento bastante preciso a las actuales zonas sísmicas.

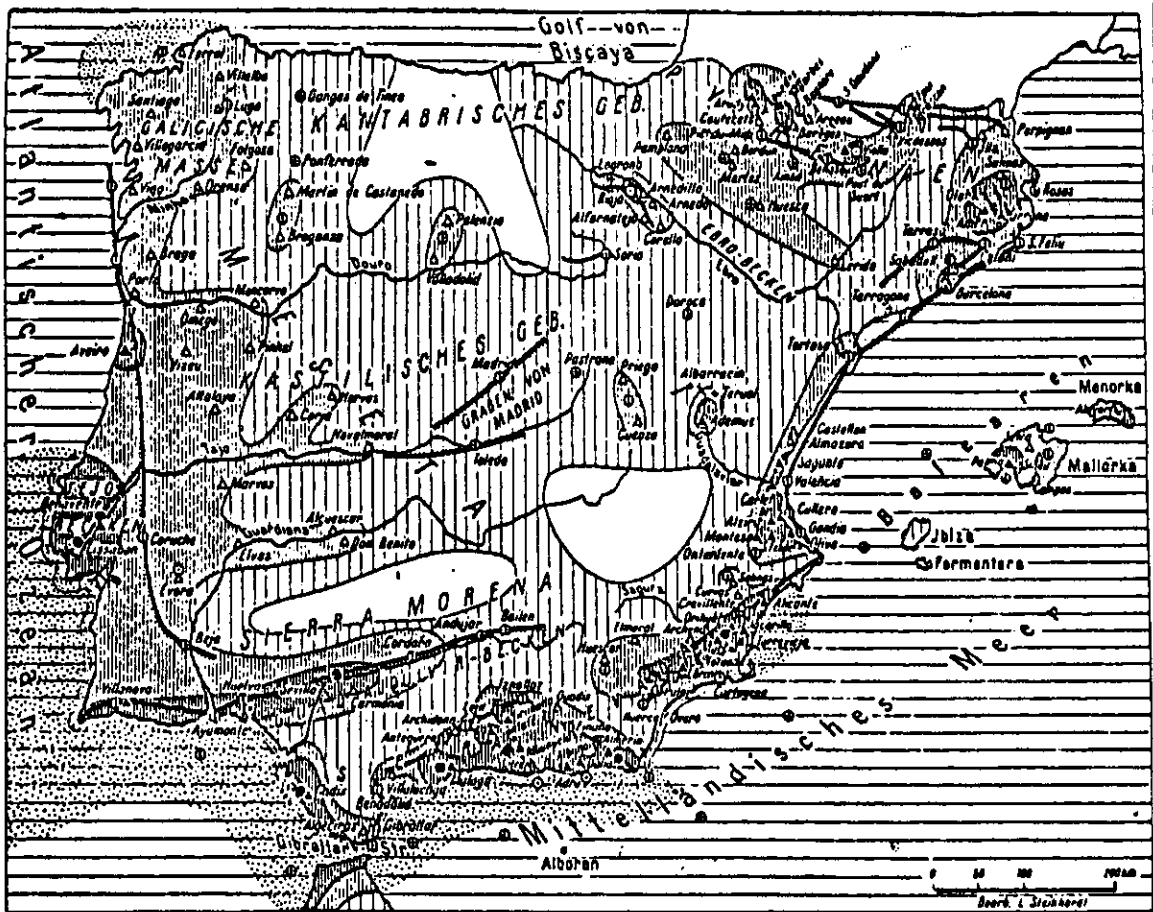
Con anterioridad **Jules Faure**, en 1867 planteaba una serie de líneas o ejes sobre los cuales detectaba mayor actividad sísmica. Así planteaba dos ejes verticales, uno denominado *Temblores de tierra de Lisboa*, que venía uniendo en línea recta A Coruña y Lisboa, así como otra línea similar denominada *Línea Murcia-Burdeos*. Estas dos líneas se cruzaban con otra sensiblemente perpendicular que unía *Andalucía con Sicilia*.

Navarro distingue entre cuatro zonas sísmicas:

- 1.- Meseta ibérica, fosa del Ebro, fosa del Guadalquivir y fosa del Tajo. Dentro de la Meseta incluiría dos zonas, una de las cuales es el macizo galaico.
- 2.- Pirineos, alrededores de Barcelona, Olot y Valencia.
- 3.- SE. De Portugal, Cádiz, Sierra Tejada, Dalias, Murcia, Torrevieja
- 4.- Lisboa.

Relaciona los terremotos galaicos con los movimientos del fondo del Atlántico. Para ello señala el supuesto terremoto destructor del año 60 a.c. en Galicia y Portugal, o el de 24-11-1910.

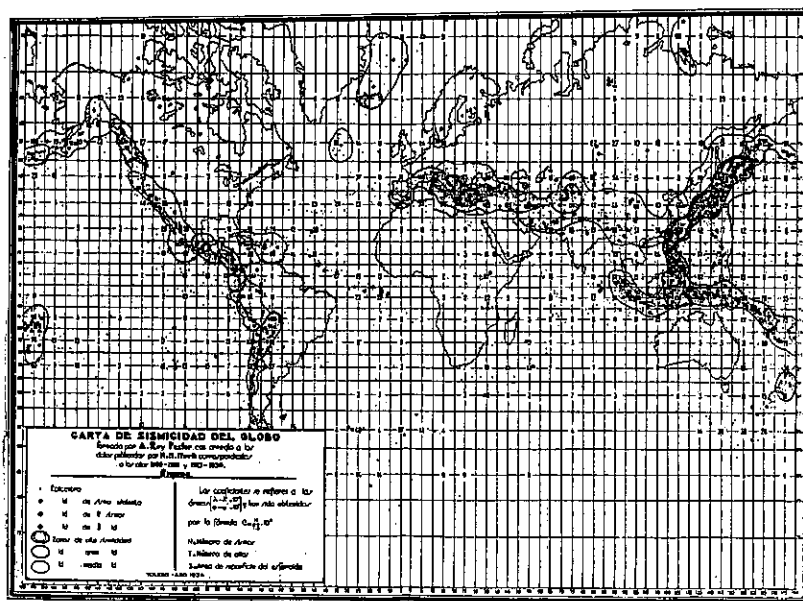
En 1932 **Sieberg** publica un mapa con la actividad sísmica de la Península Ibérica, indicando zonas homogéneas a modo de mapa de isosistas, incluyendo Galicia en la misma zona que gran parte de Portugal, exceptuando Aveiro y la Zona de Lisboa.



Aktivität der Erdbeben in der Iberischen Halbinsel. A. Sierberg (1932). Tomando de F. Rodríguez de la Torre

Rey Pastor publicará la que se considera la primera carta de sismicidad del Globo. El mapa supone una notable intuición y parecido con cualquier mapa de sismicidad mundial actual. Incluye una serie de números en el mapa que se corresponden con la tasa de terremotos en un período de tiempo. Denomina la zona de Galicia como *Zona Galaico-Auriense*, asignándole una tasa de 41.

Munuera establece en 1965 una serie de zonas sísmicas, con trazado rectilíneo, correspondiéndose Galicia con la zona 1, mientras que la Cornisa Cantábrica es la 2 y la zona norte de Portugal es la 7a.



Sismicidad mundial. Rey Pastor. 1934

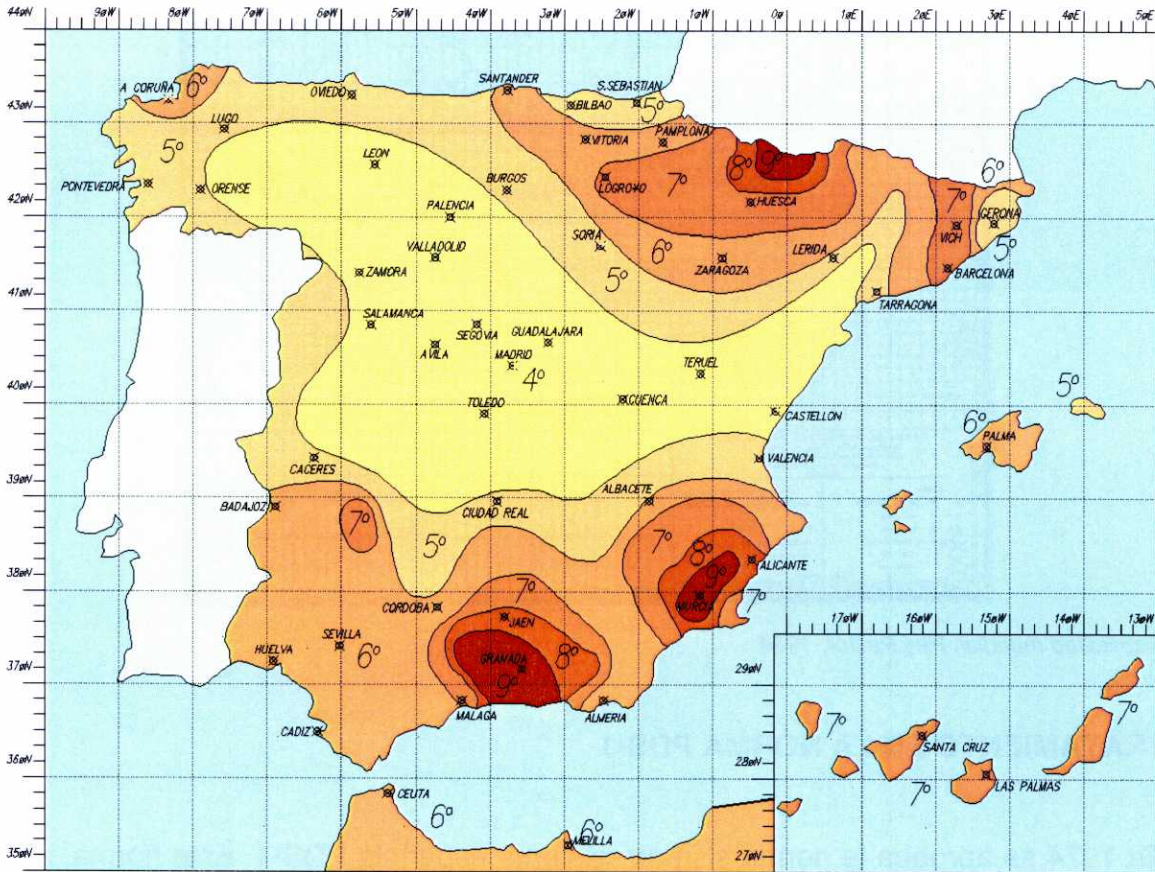
TRATAMIENTO EN LA NORMA PDS-1

En 1974 se aprueba la norma sismorresistente española PDS-1. Esta norma, así como su homónima Norma Tecnológica, la NTE-ECS, divide el territorio nacional en tres zonas sísmicas:

- 1.- Zona primera. De sismicidad baja.
- 2.- Zona segunda. De sismicidad media.
- 3.- Zona tercera. De sismicidad alta

Estas zonas vendrían fijadas por la intensidad en escala MSK máxima supuesta. Así, para la primera, el límite superior sería de V. En la segunda el límite superior estaría en la intensidad VII, mientras que las intensidades superiores a VII estarían en la zona tercera.

Vemos que la zona norte de la Provincia de A Coruña, más en concreto, la zona costera entre A Coruña y Ferrol, estarían incluidas e una zona de sismicidad media,

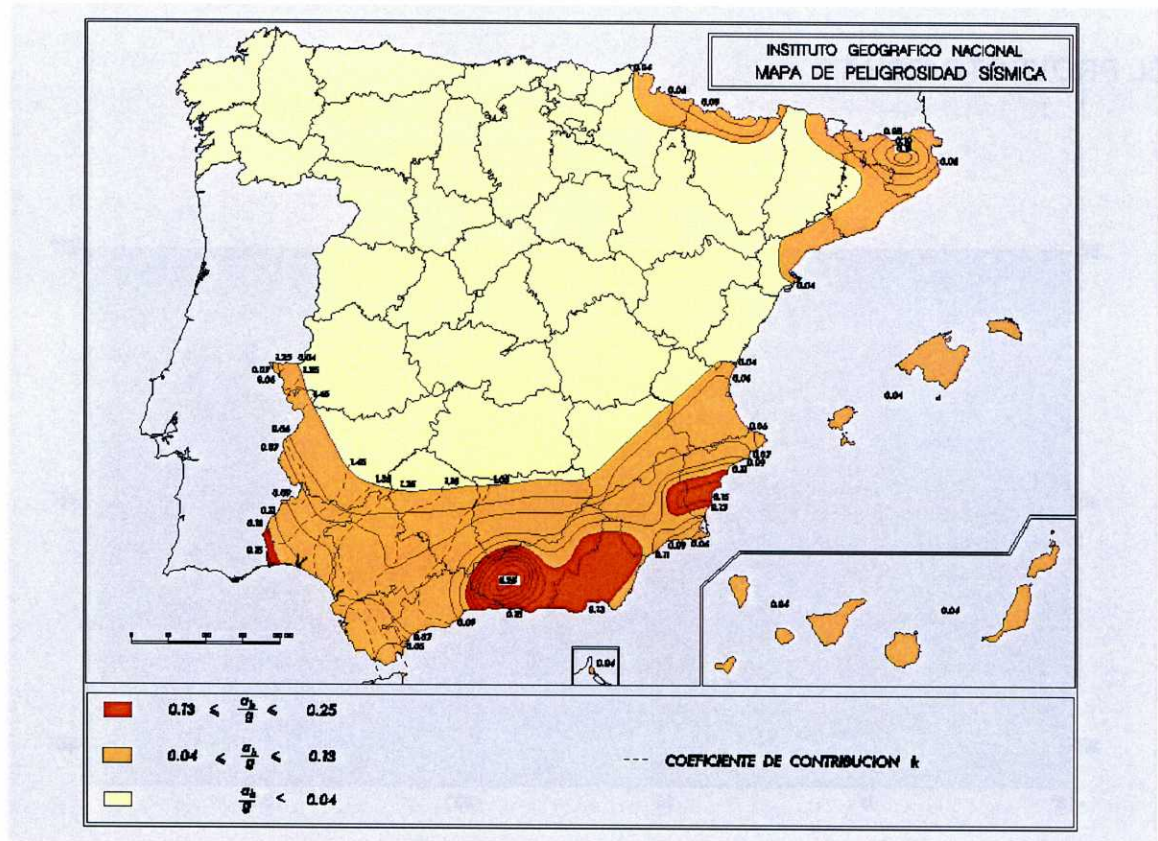


Mapa de intensidades máximas de la norma PDS-1 y de la NTE-ECS

Con una intensidad máxima de VI, mientras que el resto de Galicia, salvo el Este de la provincia de Orense, tendría un grado de intensidad de V, incluida en la zona primera de baja sismicidad.

TRATAMIENTO EN LA NORMA NCSE-94

La PDS-1 es derogada por la actual NCSE-94, Norma para la construcción sismorresistente española. Que recoge los avances sismológicos del momento y que se puede considerar una norma moderna en cuanto al tratamiento de la sismicidad a través del concepto de Riesgo Sísmico.



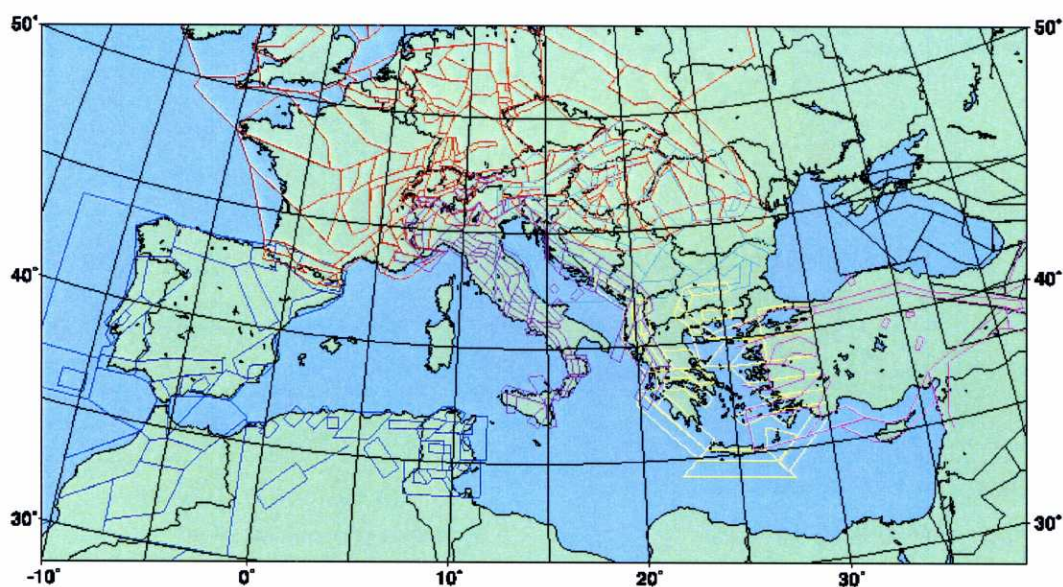
Mapa de peligrosidad de la norma NCSE-94

Como se explica con mayor detalle en apartados posteriores, la zonificación empleada engloba la totalidad del territorio gallego, considerando como los principales mecanismos productores de terremotos de la Península el empuje de la placa africana sobre la europea y la falla Azores-Gibraltar, considerada mediante el coeficiente de contribución K.

Esta norma establece un umbral mínimo de aceleración básica de 0.04g, quedando Galicia y gran parte del Norte de España englobada en la misma. Ya este tratamiento de riesgo supone la eliminación de la zona de “sismicidad media” incluida en la PDS-1.

Esta norma parte del catálogo sísmico oficial, conteniendo consecuentemente los errores que indicamos a lo largo del presente trabajo.

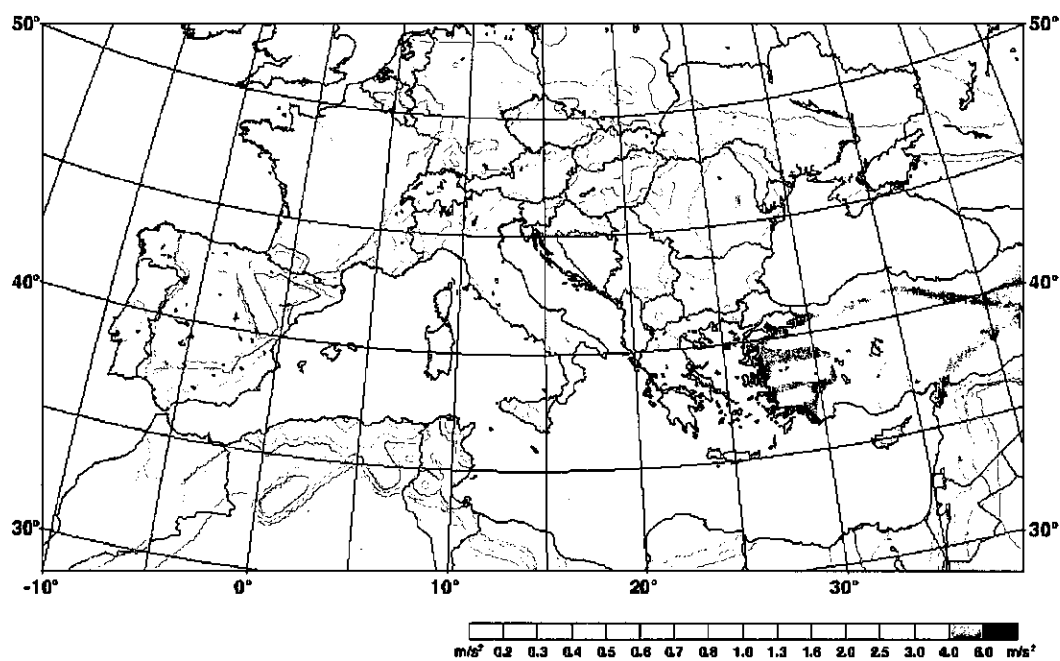
EL PROYECTO GSHAP



Zonificación empleada en el proyecto GSHAP (Zona europea)

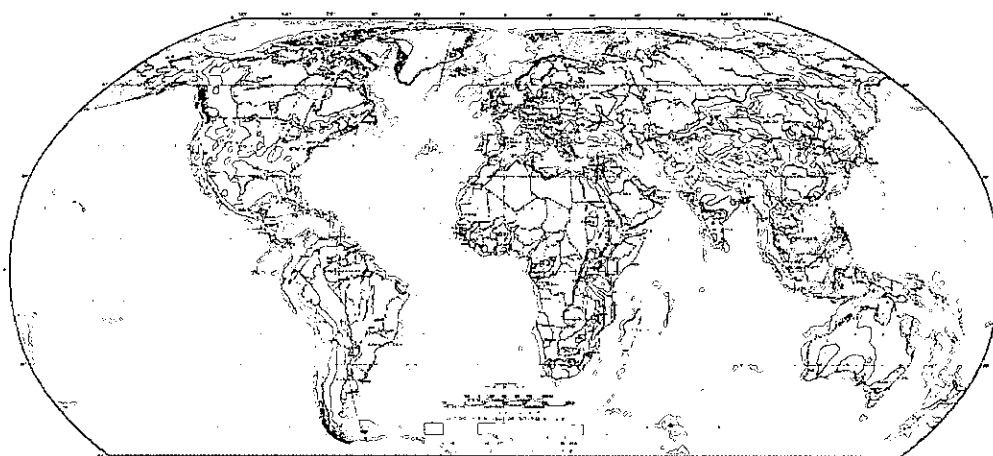
Entre 1992 y 1999 se desarrolla el proyecto GSHAP (Global Seismic Hazard Assessment Program), con el objetivo de establecer un mapa mundial de riesgo sísmico con el fin de evitar las contradicciones existentes entre los diversos mapas nacionales cuanto estos se unen a modo de puzzle.

Dentro de la parte europea, la zona Ibero-Maghebrí se correspondería con la Península Ibérica, desarrollando el trabajo, entre otros, el Instituto Jaume Almera.



Mapa de riesgo proyecto GSHAP (Zona europea)

GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP



Mapa de riesgo proyecto GSHAP (Mundial)

El trabajo se basa nuevamente en el catálogo oficial español, con resultados similares a los obtenidos en la NCSE-94. Para el trabajo se considera el parámetro de magnitud momento, con un valor mínimo de 4.50 y con las correlaciones entre intensidad y Mw de **Johnston** (1996). La zonificación es similar a la empleada en la NCSE-94.

Debemos citar igualmente el trabajo realizado por el Instituto Geográfico Nacional sobre la Serie Sísmica de Sarriá-Becerreá (1997). Básicamente se trata de un estudio sobre la sismicidad inducida por la serie, con referencias al catálogo oficial y que incide en los valores propuestos por la NCSE-94.

ÚLTIMOS ESTUDIOS SOBRE SISMICIDAD GALLEGA

Parte de este apartado debería estar ligado a comentarios sobre la norma NCSE-94 anterior párrafo, por claridad comparativa se prefiere incluirlo en éste.

Este estudio es una de las bases de la nueva norma sísmica española, actualmente en fase de revisión y de previsible aprobación a principios del año 2002.

Tenemos conocimiento de dos cálculos de peligrosidad sísmica en la comunidad Gallega. El primer cálculo está ligado a la norma sísmica actualmente vigente, la NCSE-94, mientras que el segundo es realizado por Juan Rueda y Julio Mezcua (2001). Ambos cálculos tienen la misma base teórica y metodológica, estando las diferencias ligadas a:

- Las series de Sarria-Becerreá, no incluidas, evidentemente en la NCSE-94, al ser posteriores en el tiempo. De hecho los cálculos de la NCSE-94 contemplan una historia sísmica hasta el año 1983, mientras que en el segundo cálculo se considera una historia sísmica hasta el 31 de diciembre de 1998, con una modificación sustancial en el catálogo sísmico considerado.
- Diferente zonificación considerada.
- Diferentes parámetros de atenuación considerados.
- El cálculo de **Juan Rueda y Julio Mezcua** se realiza en valores de Magnitud Momento.

Ambos cálculos se realizan por el método probabilista, sin duda hoy en día el más empleado y que mejor responde a las necesidades sociales.

Magnitud Momento M_w

Uno de los principales problemas en todo cálculo de peligrosidad es la necesidad de tratar datos muy heterogéneos en el tiempo. Evidentemente en períodos históricos es necesario recurrir exclusivamente a datos de intensidad, ya sea máxima para un determinado terremoto o puntual para una determinada localización. En tiempos más recientes tendremos además valores de magnitud, que suele ser magnitud local (M_L) o magnitud mb_{Lg} , como es el caso español.

Hoy en día se prefiere considerar el momento sísmico M_0 , como parámetro que mejor define el tamaño de un terremoto, pero sólo es posible su determinación sencilla para terremotos actuales que dispongan de registros digitales sin saturación. Se hace pues necesario recurrir a diversos algoritmos que permitan traducir valores de magnitud analógicos o de intensidad a magnitud momento.

Se suele definir el valor de magnitud momento M_w como (**Hank y Kanamori 1979**).

$$M_w = \frac{2}{3} M_0 - 10.7$$

Pero es necesario conocer el momento sísmico. En caso contrario existen diversas correlaciones con otro tipo de magnitudes como la m_b , mb_{Lg} y M_s . En el presente caso se ha empleado la de **Johnston (1994)**.

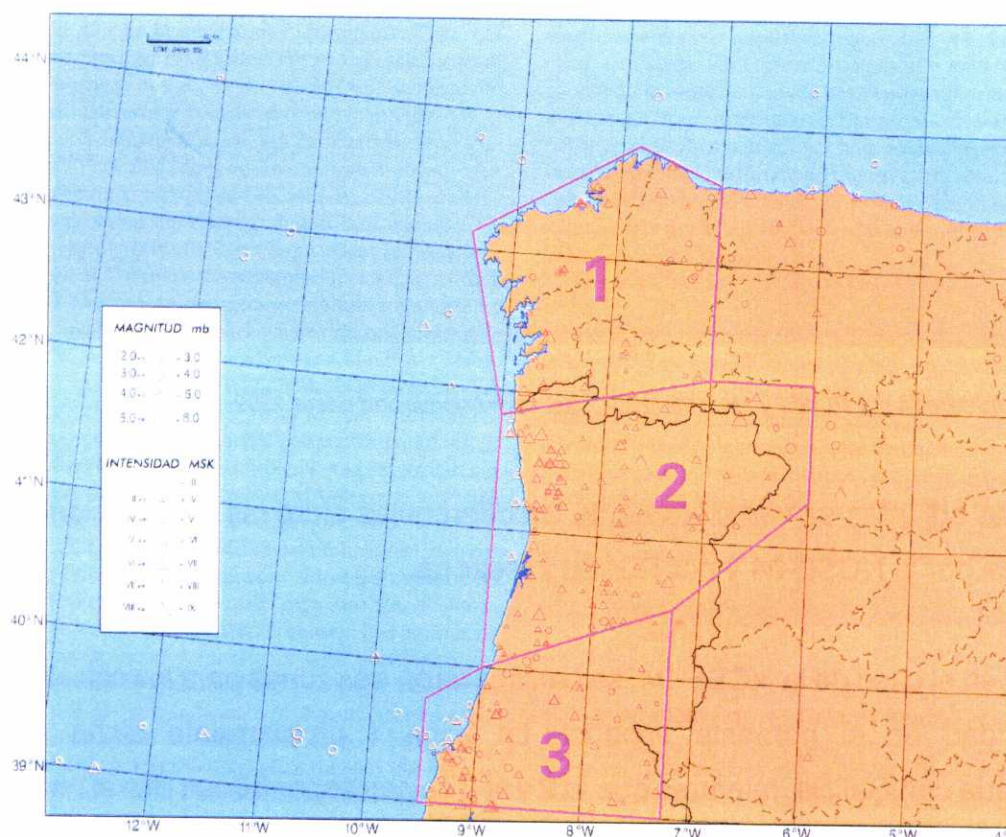
Rueda y Mezcua, sobre diversos terremotos gallegos de los que se conocen mapas de isosistas, se calculan estas expresiones. Además se emplea el terremoto de 21 de mayo de 1997, perteneciente a la serie Sarria-Becerreá, del cual se conocen todos los parámetros anteriormente indicados, como terremoto de control.

Esto permite calcular un ajuste especial de la Intensidad máxima (I_{max}) con la

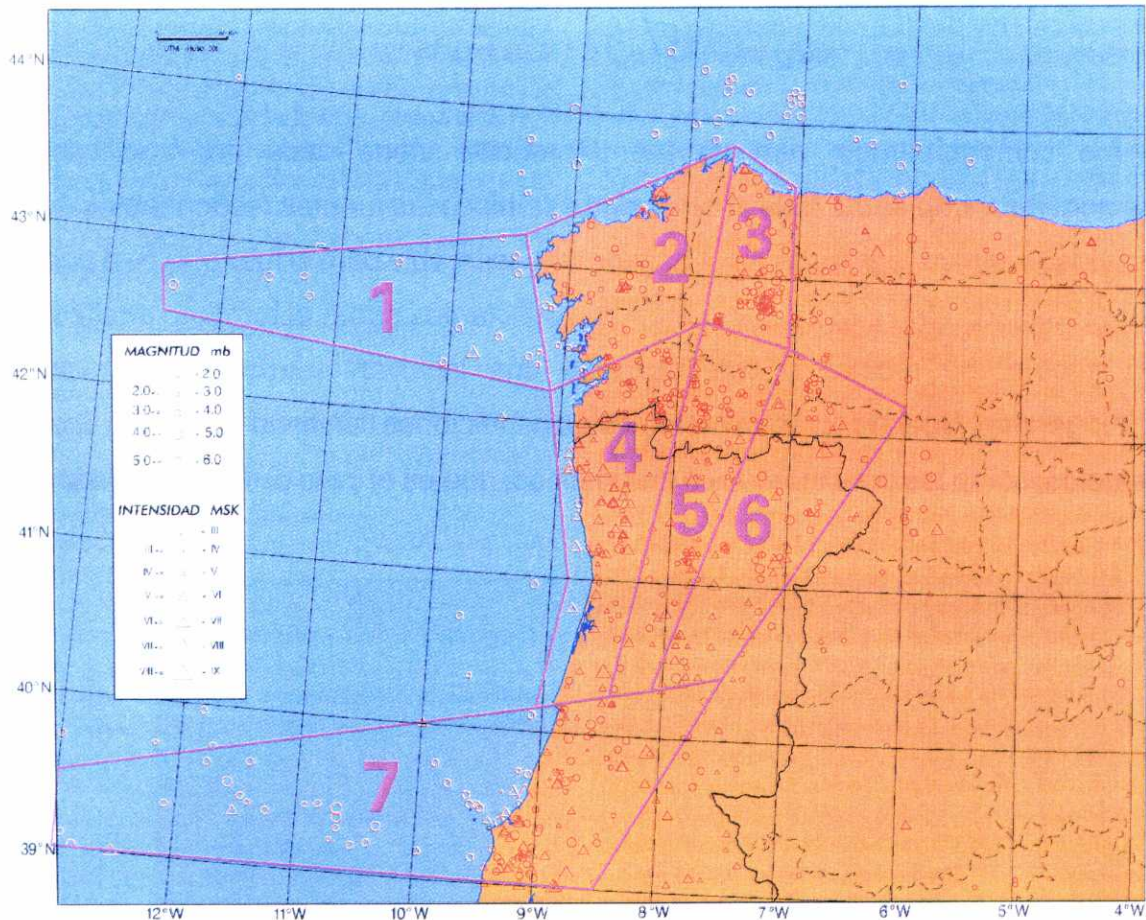
magnitud momento, valor que se aplica al resto de la sismicidad histórica.

$$M_w = 0.575 I_{\max} + 1.150 \pm 0.56$$

Como comentábamos, otra de las diferencias viene dada por zonificación sismogénica empleada. Esta zonificación establece las fuentes responsables de la actividad sísmica registrada en el pasado y la esperable para el futuro, lo cual puede ser arriesgado sino existen conocimientos suficientes sobre el territorio analizado. En general se recurre a zonificaciones que incluyan estructuras tectónicas homogéneas. Cuando no se cumplen estas condiciones conviene incluir otro tipo de estudios, como los gravimétricos o magnéticos, que es el caso de **Rueda y Mezcua**.



Zonificación considerada en la NCSE-94, así como sismicidad hasta 1983



Zonificación considerada por Rueda y Mezcua (2001), así como sismicidad hasta 1999

En las figuras adjuntas se ven claramente las diferencias entre las zonificaciones consideradas por la NCSE-94 y por **Rueda y Mezcua**.

Vemos que, en el caso de la NCSE-94, se consideraron tres zonas para los cálculos de peligrosidad en el noroeste español. La zona 1 propiamente dicha se correspondería con Galicia, mientras que la 2 y la 3 se corresponderían con el norte de Portugal.

Analicemos, por su interés, la zonificación propuesta por **Rueda** y .

De entrada se generan 7 zonas, cada una de ellas con características geológicas propias.

La zona 1 se corresponde con la unión de Galicia con el Banco de Galicia. En esta zona se vienen detectando terremotos de escasa magnitud con una alineación sensiblemente Este-Oeste, su existencia se justifica por los posibles restos de una antigua sutura que unía la dorsal atlántica y que sirvió en su día de línea de contacto entre Europa y Africa.

La zona 2 vendría a corresponderse sensiblemente con el macizo de Ordenes y Cabo Ortegal, englobando la provincia de A Coruña y el Norte de la de Pontevedra. Tendría su límite este con la formación Ollo de Sapo y al sur con Tras-os Montes. Se caracteriza por la existencia de rocas ultrabásicas, básica y sedimentarias afectadas de un fuerte grado de metamorfismo. Se les suele atribuir un origen alóctono consecuencia de grandes mantos procedentes del Oeste. En esta zona cabe destacar, como accidentes tectónicos, la falla de desgarre de Valdoviño y la falla normal de Pico Sacro. También engloba las fallas de Meirama y As Pontes.

La zona 3 es la de mayor impacto en los cálculos de peligrosidad, debido a que contiene la mayor actividad sísmica del Noroeste de España. Como ya hemos visto, no posee manifestaciones tectónicas en superficie importantes que hagan traslucir esta actividad, lo que a confundido en su momento a los investigadores. Sin embargo posee una fuerte presencia de estructuras de cuenca terciarias, que suelen ser manifestaciones de tectónica profunda. Esta actividad se ha ligado a fallas muy horizontales a 10 kilómetros de profundidad, interpretadas sobre la base de estudios magnéticos.

Las zonas 4, 5 y 6 se corresponden con la zonificación portuguesa en sus estudios de peligrosidad (**Oliveira**, 1984 y **Ribeiro** et al., 1996). La actividad tectónica del norte de Portugal viene principalmente originada por la reactivación de la orogenia

del Variscides. Así la zona 4 se caracteriza al norte por la falla Monte Chao, en dirección norte-sur, con movimiento de falla inversa. Esta falla se prolonga hasta los 40° de latitud, apareciendo en este punto un sistema de fallas de empuje en direcciones ENE-OSO (Sia-Lousa y Ponsul), con un movimiento de 0.02 mm/año (**Dias y Cabral, 1991**). Este grupo de fallas y su prolongación hacia el Atlántico constituirán la zona 7, quedando la zona 6 delimitada por la falla de desgarre de Vilariça y la de Vila Real.

Para el cálculo de peligrosidad se supone que la ocurrencia de terremotos sigue un modelo de Poisson, de tal manera que, ocurrido un terremoto, el siguiente no tiene relación con él. Esto es estrictamente falso, yendo contra la teoría comúnmente aceptada del rebote elástico de Reid. Sin embargo se puede considerar como válida para terremotos separados en el tiempo y por encima de una cierta magnitud. Esta suposición simplifica de forma clara el análisis estadístico, por lo que es comúnmente utilizada.

De esta manera, la probabilidad de ocurrencia de un terremoto de una determinada magnitud en un cierto período de tiempo t será:

$$P[\text{número de sismos} \geq 1] = 1 - e^{-(\text{número de sismos de } m > m_{\min} \text{ en } t \text{ años})}$$

Siendo m_{\min} el valor mínimo de magnitud considerado. En este caso se ha considerado un valor de magnitud mínimo de 4.0 M_w para todas las zonas, que es que se suele considerar de interés para cálculos estructurales.

Al no existir estudios paleosismológicos en Galicia que permitan una determinación aproximada de la magnitud máxima, se ha extrapolado para cada zona, no superando en ningún caso en 0.5 la magnitud máxima observada en cada una.

$$\log N = a + b M$$

Para cada una de las zonas anteriormente definidas, se considera tanto la sismicidad histórica como la instrumental, considerando que la distribución de esta sismicidad es exponencial con la magnitud, en otras palabras, se cumple la relación Gutenberg-Richter:

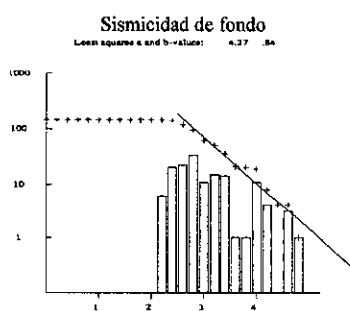
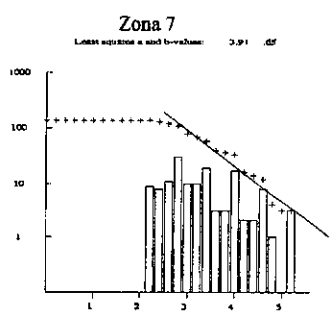
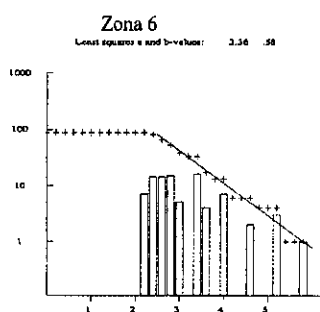
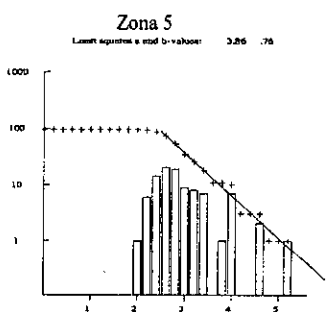
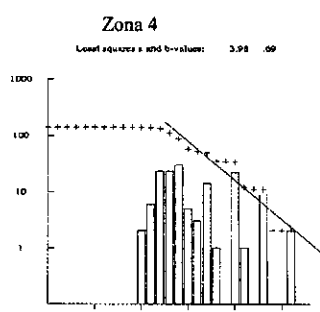
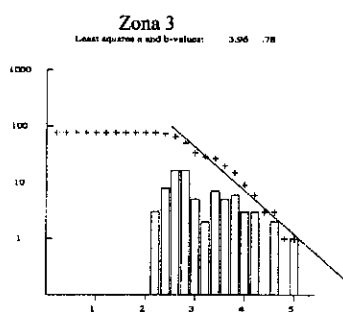
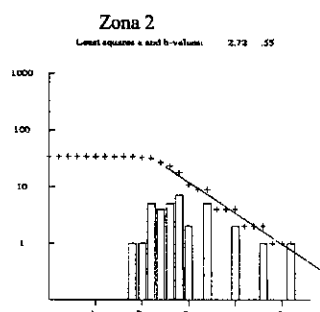
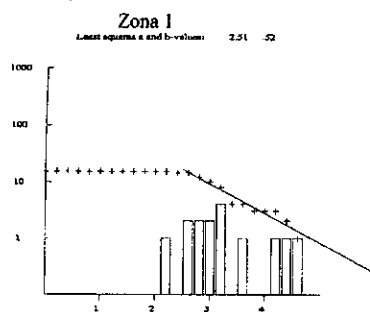
Para el cálculo del valor b. Por una parte mediante ajuste por mínimos cuadrados y por otro mediante el denominado método de máxima verosimilitud, **Aki (1965)**.

La tasa, o el número de sismos por unidad de tiempo por encima de un determinado umbral de magnitud. Estos valores se muestran en la siguiente tabla:

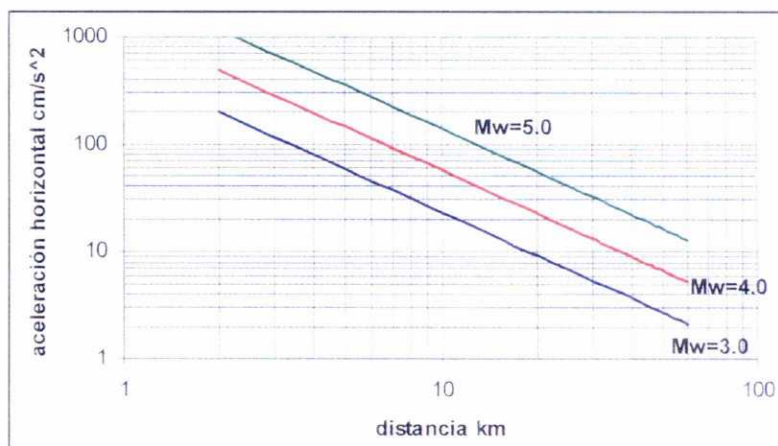
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Fondo
0.25	0.23	0.40	0.42	0.52	0.14	0.50	0.58

Tabla 3.4. Tasa en número de sismos por año, para cada zona. Rueda y Mezcua (2001)

A nivel de cálculo estructural, nos interesa obtener valores en forma de aceleración del suelo. Esta conversión es función de la magnitud del terremoto producido y de la distancia del punto analizado al posible epicentro. A estas expresiones se les suele denominar relaciones de atenuación, ya que interviene la distancia al sismo producido. En el presente caso se han empleado las relaciones de **Campbell (1997)**, que da buenos resultados para distancias inferiores a 60 km y magnitudes en torno a 5 o inferiores.



Cálculo del parámetro b en la nueva zonificación. Rueda y Mezcua (2001).



Relación aceleración-magnitud (Atenuación). Campbell 1997.

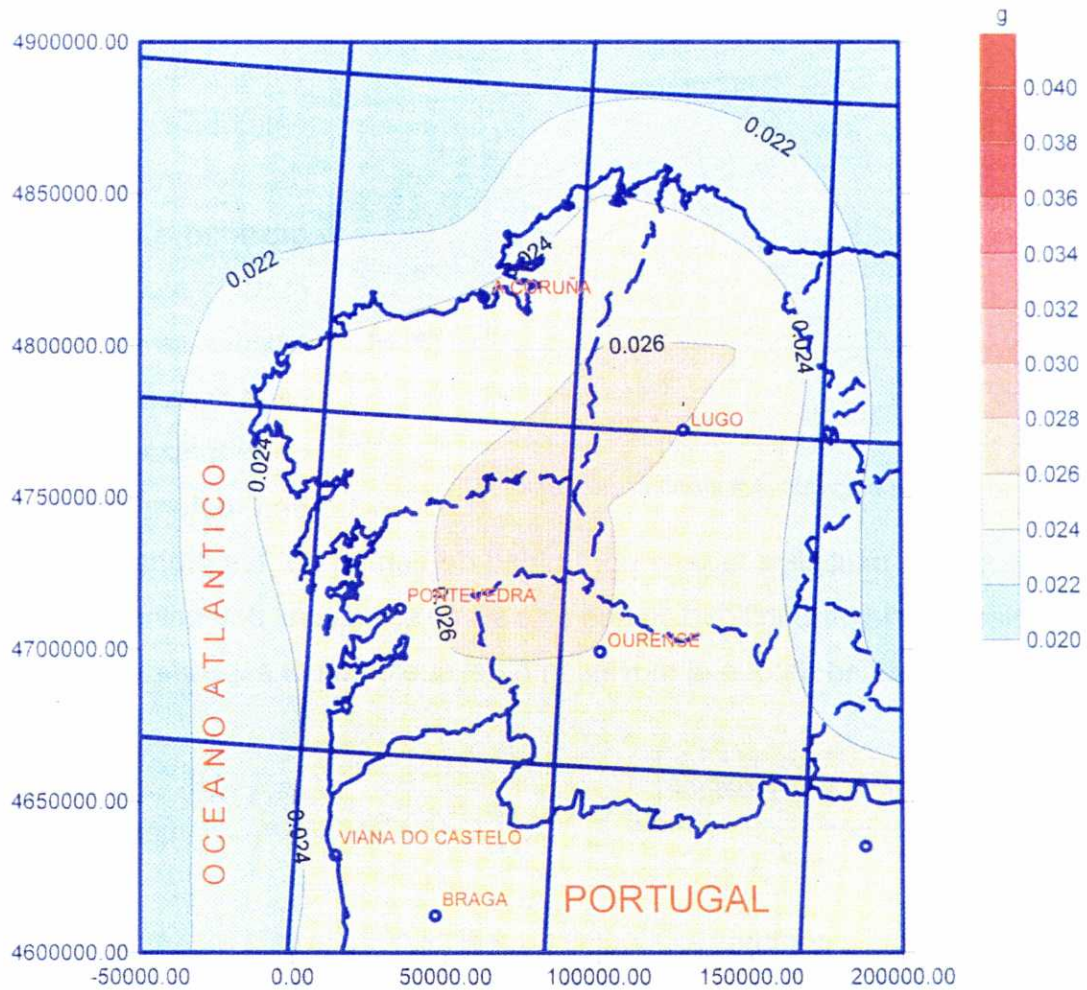
Con los parámetros anteriores calculados estamos en condiciones de determinar la peligrosidad sísmica. En el método probabilista este cálculo se realiza para cada zona sobre el punto de emplazamiento. Para una determinada zona,

será necesario multiplicar la tasa por unidad de tiempo por las probabilidades de distancias y por la probabilidad de que este sismo sea de una determinada magnitud y por la probabilidad de que el movimiento del suelo sea el especificado:

$$P \left[\frac{Y > y \text{ en tiempo } t}{t} \right] = \sum N_{min} \iint f_M(m) f_R(r \setminus m) F_{Y \setminus m, r}^*(y) dm dr$$

Entre los posibles algoritmos existentes para el cálculo de esta expresión está el de **MacGuirre** (1976), ampliamente aceptado, que es el empleado por la NCSE-94 y por **Rueda y Mezcua**.

Rueda y Mezcua (2001), repiten el cálculo de la NCSE-94, considerando el nuevo catálogo hasta 1983, con un período de retorno de 500 años. En la figura 3.5 se incluyen los valores de aceleración horizontal. De este primer cálculo se puede establecer que las variaciones del catálogo efectuadas hasta esta fecha no afectan de forma sustancial al riesgo sísmico gallego considerado en la NCSE-94.

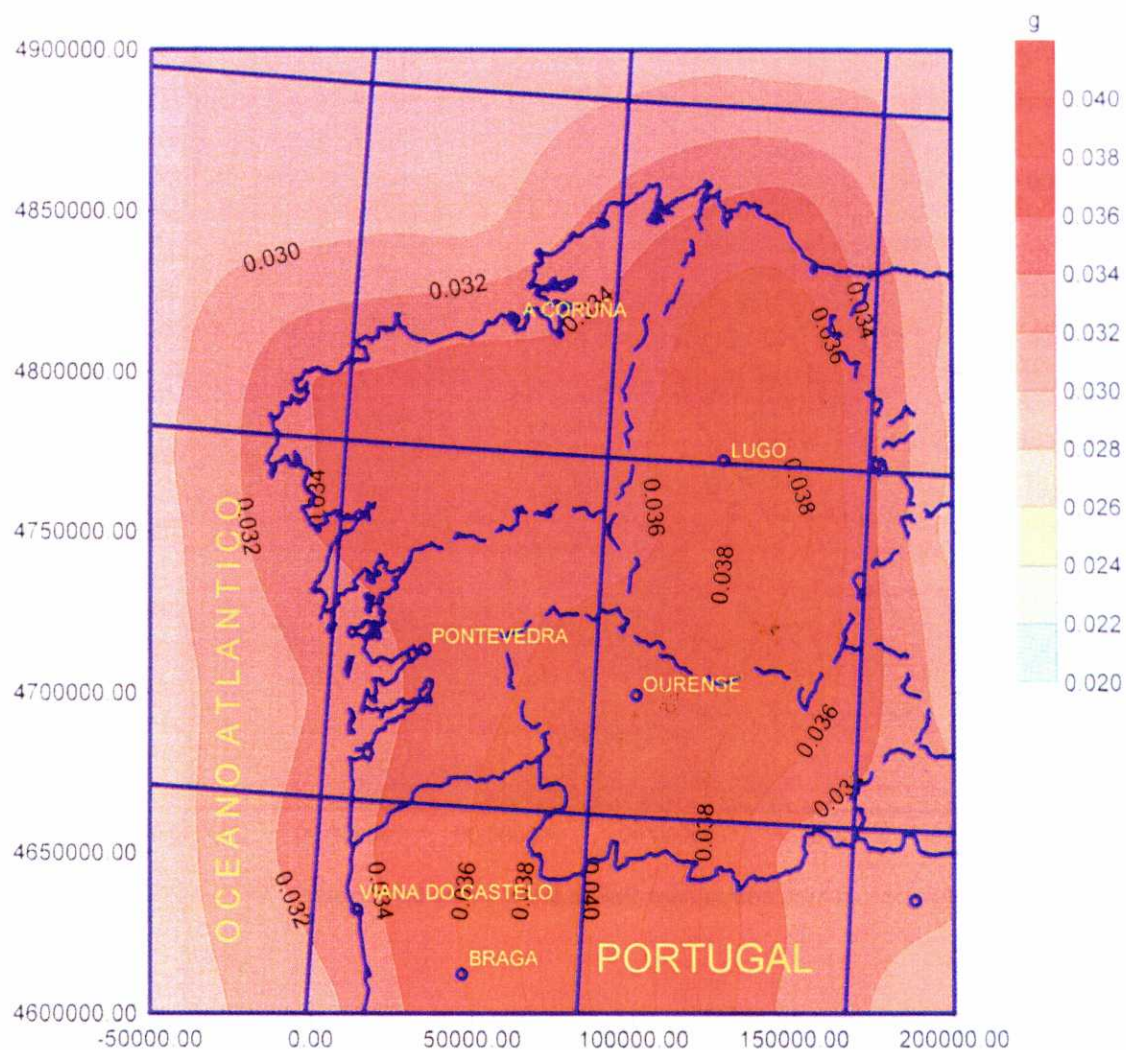


Valores de aceleración sísmica básica calculados para Galicia en la NCSE-94.(unidades de g). Rueda y Mezcuá, 2001.

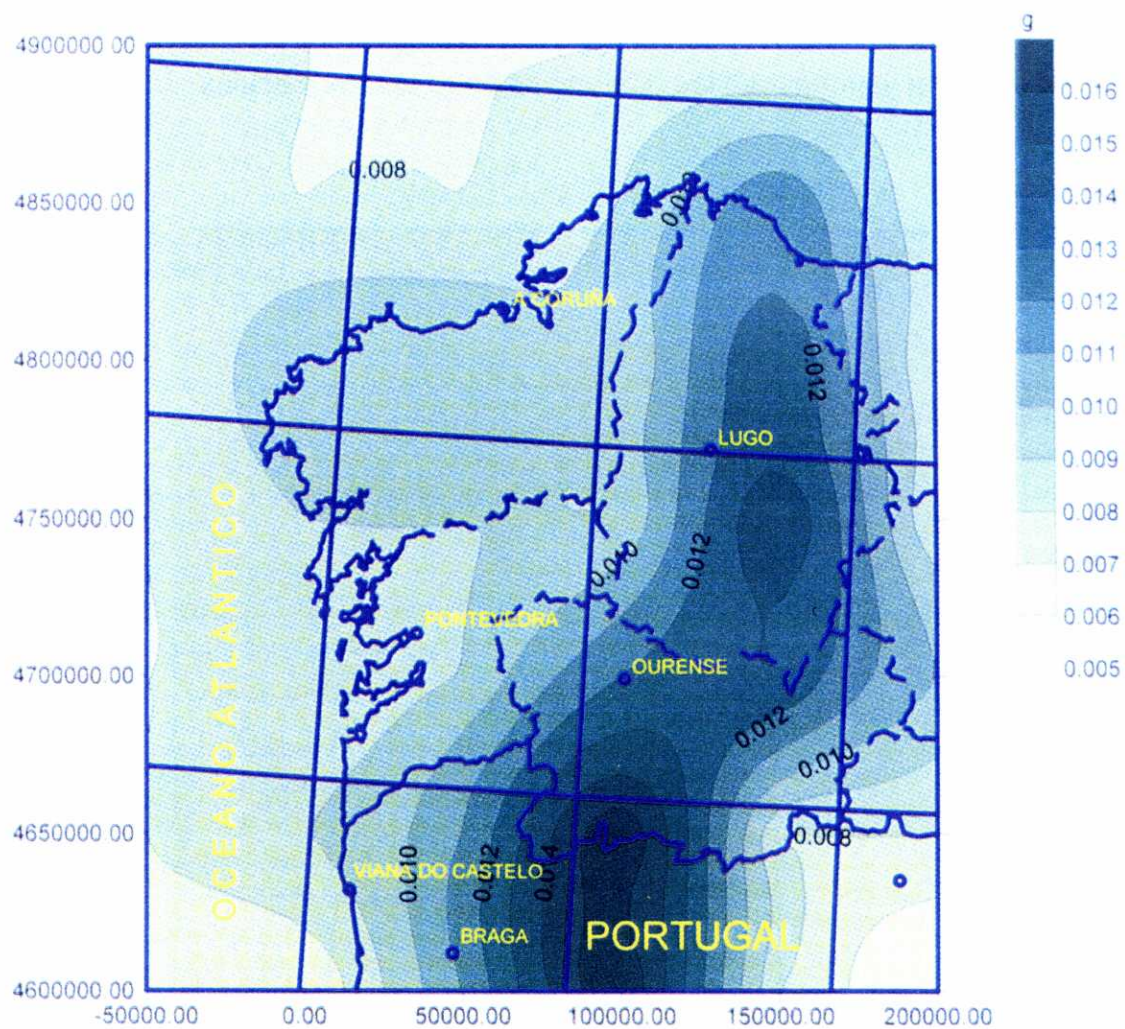
En la figura adjunta se añade la actividad sísmica entre los años 1993 y 1998, considerando la nueva zonificación.

Esta nueva distribución de las aceleraciones básicas, para una vida útil de edificios de 50 años, aunque distinta –y superior- de los valores contenidos en la NCSE-94, estaría dentro de los umbrales de no-consideración de acciones sísmicas, al ser inferiores a 0.04 g, salvo alguna localidad donde se alcanza este valor. Aún así, la actividad sísmica de la provincia de Lugo y Orense hace que los valores existentes

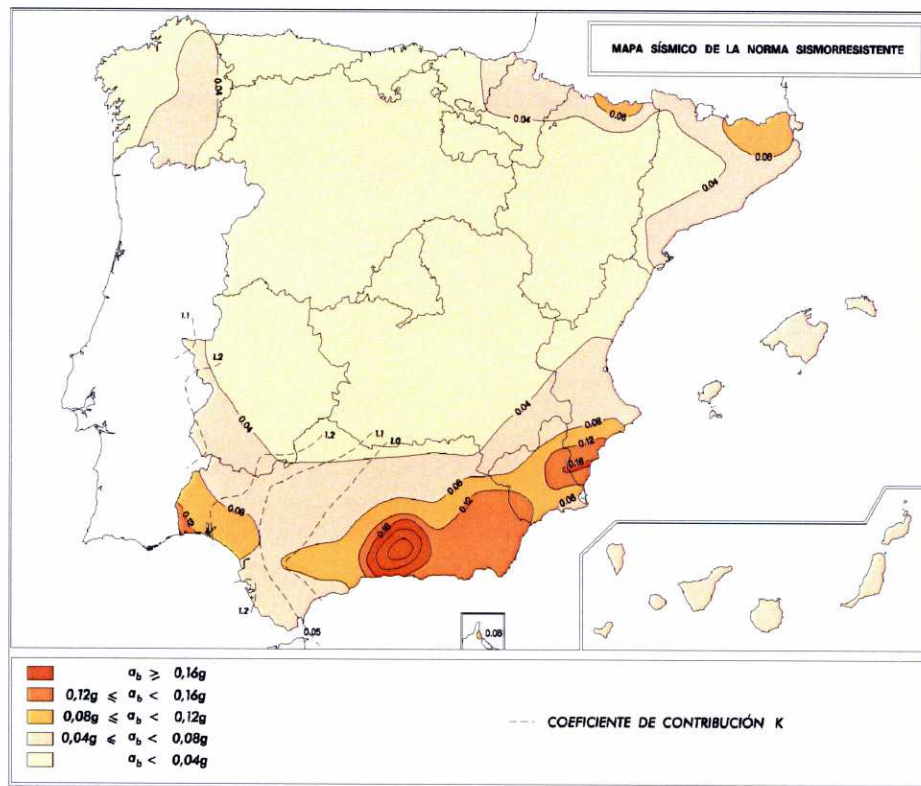
en la NCSE-94, en torno a 0.026g, ahora lleguen a 0.038g. En la figura de la siguiente página se muestran las diferencias entre ambos cálculos



Valores de aceleración sísmica básica calculados para Galicia. Rueda y Mezcua 2001



Diferencias de aceleración sísmica básica para Galicia entre NCSE-94 y Rueda y Mezcuca 2001



Mapa de aceleración básica del proyecto de norma NCSE-2001. Compárese la sismicidad gallega con el de la NCSE-94.

4 – LA CATALOGACIÓN SÍSMICA

“Y así vamos adelante, botes que reman contra la corriente, necesariamente arrastrados hacia el pasado”. (Scott Fitzgerald)

LA IMPORTANCIA DE LOS CATÁLOGOS SÍSMICOS

Una parte fundamental del estudio de la sismicidad de una determinada zona geográfica es precisamente situar en el tiempo y en el espacio los diversos eventos sísmicos, así como los efectos producidos por éstos en el entorno. Esto implica necesariamente la recopilación de datos sobre terremotos, en la que se incluyen la fecha de ocurrencia, el lugar, los efectos producidos, etc. Esta información ordenada dará origen primero a las listas, con grandes lagunas, de grandes terremotos y, posteriormente, a catálogos sísmicos, mucho más sistematizadores en la recopilación de la información.

Las listas suelen incluir también datos sobre otras catástrofes naturales, como volcanes o inundaciones y recopilan únicamente –de forma incompleta- datos como la localidad, la fecha, el número de muertos y la intensidad o magnitud. Ejemplos de éstas las podemos encontrar en cualquier enciclopedia, con listados de los terremotos más importantes de cada zona. Por ejemplo, en la enciclopedia **Espasa**, podemos encontrar una lista, bastante exhaustiva, por cierto, de los terremotos acontecidos en España hasta mediados del siglo XX.

Ya **Galbis** (1932) señalaba como justificación de la oportunidad de su catálogo, la Comisión permanente de la Asociación Sismológica Internacional, donde **Van der Stok** (1906) llamaba la atención sobre la necesidad, para poder efectuar estudios científicos, la formación previa de catálogos sísmicos.

Será en el siglo XX cuando se comienzan a realizar estudios sismológicos sobre diversas comarcas, uno de cuyos apartados es necesariamente un catálogo sísmico. Esto hay que ligarlo a las grandes obras públicas y al proceso urbanizador de nuestro tiempo. Se nos hace necesario conocer los eventos sísmicos acontecidos en una determinada zona para poder saber cual es el terremoto que podemos esperar en ella. Será pues normal que, por ejemplo, en el caso de una presa, se incluyan estudios sísmicos en una zona por lo menos de 50 kilómetros a la redonda. No digamos ya en el caso de una central nuclear, donde será uno de los análisis determinantes de su localización.

Hoy en día, los cálculos de riesgo sísmico probabilista, extendidos en la mayor parte de los países modernos, implican la necesidad de conocimiento de la locación lo más exacta posible de pasados eventos sísmicos, con sus intensidades estimadas y con la indicación de sus áreas macrosísmicas, ya que estos datos entrarán directamente en el cálculo, afectándolo definitivamente, junto a otros parámetros de épocas instrumentales y geológicos. Pensemos simplemente que normalmente aceptamos en los cálculos de riesgo períodos de retorno de 500 años, por lo que necesitamos conocer al menos lo ocurrido en los últimos 1000 años, si queremos un cálculo mínimamente representativo y fiable.

En un ánimo sistematizador, **Rodríguez de la Torre** (1990) establece una clasificación de los diversos catálogos sísmicos en función del espacio territorial abarcado y del período de tiempo cubierto, el entendimiento de cada uno es inmediato:

- En cuanto al territorio
 - Mundiales
 - Continentales

- Supranacionales
- Nacionales
- Suprarregionales
- Regionales
- Provinciales
- Comarcales o de núcleos sísmicos
- Locales
- En cuanto al período de tiempo abarcado:
 - Históricos globales
 - De una era o una época sísmica
 - De un siglo
 - De una fracción menor de tiempo: decenio, quinquenio...
 - Anuales
 - De un semestre, trimestre, mes...
 - De un período sísmico concreto.

LOS PRINCIPALES CATALOGOS SÍSMICOS ESPAÑOLES

Ya **Estrabón**, en su Geografía, se documentaba en un catálogo sísmico de **Posidonio** y otro de Grecia, asignado a **Demetrio de Callathia**, ambos perdidos. Seguramente son los documentos de este tipo más antiguos que se conocen.

Entre los primeros catálogos universales, en este caso de catástrofes, encontramos el de **J. Zahn** (1680). Como el resto de ramas de la ciencia sismológica, el terremoto de Lisboa de 1755 supondrá un empujón definitivo para la catalogación sísmica, multiplicándose este tipo de documentos, aunque más bien con un objetivo histórico que de otro tipo.

Muñoz y Udias (1981), incluyen una descripción de diversos catálogos sísmicos redactados sobre nuestro país, al menos en parte, con un total de 21 autores y 25 catálogos. No se trata de una obra exhaustiva, faltando varios autores, como refleja **López Marinas** (1985).

Uno de los primeros catálogos con una cierta metodología científica será el de **M. Bonito** (1691), aunque el catálogo principal entre los pioneros será el de **J.J. Moreira de Mendonça** (1758)

La base de partida de los posteriores catálogos sísmicos nacionales serán los diversos catálogos sísmicos realizados por **A. Perrey** hacia 1850, cuyos datos retomarán, en muchos casos literalmente, los catálogos oficiales del siglo XX. Será **Montessus de Ballore** (1890), quien establece la necesidad de partir de "...un catálogo sísmico lo más posiblemente desprovisto de imperfecciones de tiempo y espacio.", será la aceptación científica de este tipo de documentos. Serán referentes también los catálogos de **R Mallet y J. Mallet** (1912), o el de **J. Milne** (1912).

Es necesario citar los trabajos de **Casiano del Prado** (1863) o de **Taramelli y Mercalli** (1885), en este caso circunscritos al territorio andaluz.

Navarro-Neuman publica su catálogo general sobre terremotos españoles en 1917 y 1920, mientras que **Galbis** realiza el esfuerzo de mayor envergadura en 1932 y 1940. Será clásico el trabajo de **Fontsere** (1971), en este caso para el territorio catalán.

Munuera actualiza los anteriores catálogos hasta 1965, suponiendo este momento el nacimiento del catálogo oficial español del Instituto Geográfico Nacional. Estos trabajos se completarán con el catálogo de **Mezcua y Martínez Solares** (1983).

Desde este momento el catálogo se irá completando a partir del denominado Boletín de Sismos Próximos, del Instituto Geográfico Nacional, que incluye los datos de los terremotos producidos cada año en el área peninsular.

Rodríguez de la Torre (1990) realizará una revisión profunda del catálogo sísmico español, limitada al siglo XIX, que va siendo poco a poco recogida por el catálogo oficial del Instituto Geográfico Nacional.

No serán estos los únicos catalogadores, es necesario citar cuanto menos a autores como **Inglada** (1921), **Rey Pastor** (1927) o **Shenkareva** (1964).

Para poder entender la estructura y fiabilidad el actual catálogo sísmico nacional, estimamos necesario analizar los principales catálogos en los cuales se ha basado.

Es necesario comenzar por **A. Perrey**, que comienza la publicación de catálogos sísmicos en 1841, labor que sigue hasta 1875. En una ingente e inabarcable obra, cataloga los sismos de Europa y Asia Occidental hasta 1800, y posteriormente de 1801 hasta 1843. A partir de esta fecha publica catálogos, primero bianuales y posteriormente anuales, llegando incluso a montar una oficina donde recibía recortes de prensa de diversos colaboradores. Con respecto a España, el principal catálogo de **Perrey** es el denominado “Sur les tremblements de terre de la Peninsule Iberique” que, a la postre, es el primer catálogo con carácter científico que se publica sobre el territorio peninsular, iniciándose con un terremoto en Lisboa en el año 1009 y concluyendo con uno ocurrido en octubre de 1846 en Murcia. Su base bibliográfica y documental son crónicas históricas y revistas geológicas y científicas francesas. Existen pues pocas fuentes nacionales.

Habrá que esperar hasta el año 1917 hasta que **Navarro-Neumann** publica su catálogo “Ensayo sobre la sismicidad del suelo español”, con terremotos desde el

año 500 ac hasta 1915.

En 1932 **J. Galbis** publica su trascendental obra para la sismología española: "Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5°E y 20°W de Greenwich y los paralelos 45° y 25°". Posteriormente, en 1940 publica un segundo tomo, complemento de la obra anterior. Parte de una base bibliográfica y documental contenida en Bibliotecas y Archivos de Madrid, además de disponer de anteriores catálogos publicados sobre el territorio peninsular. Dicho catálogo se divide en tres partes fundamentales: Una primera parte que abarca hasta el año 1899, una segunda hasta el año 1928 y una tercera, con registros obtenidos por las estaciones sismológicas españolas. Hay además una cuarta parte con sismos no incluidos y correcciones. La obra se pueden considerar como básica para la sismología española y obligada referencia para cualquier catalogador nacional. Evidentemente el catálogo de **Galbis** contiene numerosos errores de diverso tipo, seguramente los más notorios son debido a que no recurre normalmente a fuentes originales. Así transcribirá los datos de **Perrey** o los de la Revista Minera. Esta transcripción textual origina varios errores, como se comentará en el apartado correspondiente.

Habrá que esperar más de treinta años hasta que **Munuera** (1963) elabore "Datos básicos para un estudio de sismicidad en el área de la Península Ibérica". Este catálogo realiza un filtrado de los datos de Galbis, recuperando únicamente sismos en los que fuera posible su localización y grado de intensidad. Realmente se trata de un listado tabular de seísmos con las columnas siguientes:

- nº de orden
- Clase (Histórico o instrumental)
- Año, mes y día
- Hora, minuto, segundo

- Latitud, longitud
- Profundidad (kilómetros)
- Magnitud
- N° de catálogo de Galbis
- Clasificación: intensidad y escala o código “small”, “soft”, “no damage”, “intense”, “strong”..
- Localidad
- Notas
- Cuadrícula en el mapa

Una de las grandes críticas que se le han efectuado a este catálogo es precisamente la asignación indiscriminada de magnitudes a la totalidad de sismos históricos. Por ejemplo, se le asigna una magnitud 5.4 Richter al sismo de Sagunto del año –349, lo cual es cuanto menos arriesgado. Como se deduce de lo señalando anteriormente, toma los datos históricos directamente de Galbis, con todos sus errores y omisiones.

En 1983, **J. Mezcua y Martínez Solares** publican su “Sismicidad del Área Iberia-Mogrebí”, que complementa la obra de 1982 denominada “Catálogo General de Isosistas de la Península Ibérica”. El listado tabular que incluye es similar a los actualmente elaborados por las diversas agencias sísmicas, conteniendo:

- Fecha
- Hora
- Longitud y latitud
- Profundidad
- Error cuadrático medio de cada estación
- Desviación típica de la solución epicentral
- Desviación típica de la solución profundidad

- Número de observaciones P y S para el cálculo de la solución.
- Nombre de la agencia
- Magnitud
- Intensidad MSK
- Localización
- Claves que identifican réplicas, tsunamis, marinos, premonitorios, etc.

Este catálogo se parecerá mucho al oficial actualmente existente.

Nuevamente se retoman directamente los datos antiguos de Galbis y Munuera, con alguna corrección, pero no se recurre a fuentes originales.

Es necesario mencionar al catálogo oficial portugués (1986), realizado por **C.S. Oliveira** "A Sismicidade Histórica e a Revisão do Catálogo Sísmico". Parte nuevamente de los datos de Perrey y Galbis, introduciendo factores de calidad en los datos, en función de su exactitud. Incluye los siguientes campos:

- Número de orden del sismo
- Fecha
- Hora
- Latitud y longitud
- Magnitud estimada
- Intensidad
- Localización
- Observaciones

Cabe destacar en este catálogo la inclusión novedosa de un parámetro de calidad en función de la credibilidad de la fuente.

En 1986, el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo acomete la revisión del catálogo, en colaboración con una serie de expertos en sismicidad histórica, como **López Marinas, Bisbal Cervello o Pilar Gentil**. Esta revisión no llegó a publicarse, aunque forma la base del catálogo oficial del Instituto Geográfico Nacional, actualmente existente. Nosotros lo consideramos ya oficial. Corrige algunos datos e incluye otros, transcribiendo casi de forma literal los datos de **Mezcua**. Seguimos pues sin recurrir a las fuentes. De esta forma se realiza una especie de catálogo mixto, donde se aprovechan monografías y tesis sobre sismicidad histórica en varias regiones españolas, revisando y complementando la documentación existente, sin embargo esta proyección y actualización no es total, por lo que el catálogo contiene numerosas lagunas y errores, además de resultar no homogéneo para todo el territorio nacional.

Conviene también citar al catálogo del **U.S. Geological Survey** (USGS). Este catálogo se puede recoger directamente vía Internet (<http://www.quake.geo.berkeley.edu>) y recoge la sismicidad de todo el mundo. En el caso español se recogen únicamente terremotos desde julio de 1963, basándose en los datos automatizados de las diversas estaciones sísmicas. Contiene los campos típicos de los catálogos modernos: fecha, hora, coordenadas, magnitud, intensidad, etc. No tiene el nombre de las localidades. Se debe citar ya que se suelen emplear sus datos para muchos de los estudios de sismicidad, simplemente por comodidad: se recogen los datos vía telemática y se vuelcan en una aplicación cartográfica. Por ejemplo, en nuestro caso hemos empleado estos datos para los mapas de sismicidad mundial. Su calidad es claramente inferior al Nacional.

Vemos que, en la práctica, tan sólo **Perrey** recurrió a fuentes de hemeroteca directa, y para eso prensa de capitales, o sea, a noticias de segunda mano, con numerosos errores y datos sin contrastar debidamente en muchos casos. **Galbis** y posteriormente **Munuera** transcriben directamente estos datos sin la aconsejable

revisión de fuentes, con los que introducen errores en la transcripción.

Es decir, tenemos un catálogo –lo mismo ocurre prácticamente en el resto de Europa- en el cual los datos de la época pre-instrumental e incluso hasta los años 50 –70 en el caso de Galicia-, contiene numerosos errores y lagunas, tomándose por los diversos investigadores, en general como verdades más o menos absolutas, siendo frecuente encontrarse artículos y cálculos de riesgo sísmico sobre la base de estos datos condenados consecuentemente a contener errores, en muchos casos de bulto.

LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CATÁLOGO SÍSMICO EN GALICIA. LA IMPORTANCIA DE SU REVISIÓN

Galicia, al contrario de otras comunidades, como pueden ser el caso de Cataluña o Andalucía, no han existido estudios específicos sobre la sismicidad hasta el año 2001. Habrá que recurrir pues al catálogo oficial español.

Rodríguez de la Torre completa y revisa en gran medida estos datos en el período de 1800 a 1900 (siglo XIX), algunos de cuyos datos son recogidos por el catálogo oficial. Poco más existe, de una lectura rápida del catálogo oficial, vemos que existen numerosos huecos en blanco, ya sea de horas de ocurrencia, localización e incluso intensidad. Este último quizás sea el aspecto más importante. El no tener asignada intensidad un determinado sismo supone, en la práctica, la no consideración del mismo para cálculos de riesgo sísmico, al ser ignorados por los ordenadores, por lo cual se nos antoja imprescindible completar adecuadamente estos datos.

Vemos así mismo que no existen estudios similares a los de **Rodríguez de la Torre** en el siglo XX, por lo que, curiosamente, el período más cercano en el tiempo, por lo

menos en su primer tercio, es menos conocido que la segunda mitad del siglo XIX.

Conviene señalar también que el nacimiento de la época instrumental en Galicia comienza en los años 70, con la instalación del observatorio de Santiago de Compostela (1971), instalándose posteriormente la red sísmica del IGN en los años 80, lo que nos da una idea clara de la calidad de datos que tenemos de los sismos ocurridos en la primera mitad del siglo XX, teniendo que recurrir a los contenidos en el Observatorio de Toledo.

El estudio de **Rueda y Mezcua** (2001) en su "Sismicidad, sismotectónica y peligrosidad sísmica en Galicia" supone una excepción a lo anterior. En este estudio se recogen los datos de **Rodríguez de la Torre**. Este estudio, en su anexo 1 recogen un catálogo sísmico sobre la base del oficial, corregido con los mencionados datos, además de complementado con datos del catálogo oficial portugués. Los campos son:

- Fecha
- Hora
- Coordenadas epicentrales
- Magnitud momento Mw

El catálogo abarca desde 1347 hasta 1999. Una comparación con nuestro catálogo nos permite ver que es bastante parecido al nuestro, con alguna pequeña diferencia, pero, en general, por lo menos para los seísmos principales, es bastante coincidente con el que se propone en el presente trabajo. Como comentamos en el apartado correspondiente, el empleo de estos datos supone, en la práctica, el cambio significativo de los valores de peligrosidad sísmica para el territorio gallego aunque se mantienen, eso sí, bajo los umbrales de 0.04g indicados en la NCSE-94.

CATÁLOGOS INFORMÁTICOS. LA IMPORTANCIA DE INTERNET EN SISMICIDAD

No cabe ninguna duda sobre el hecho cierto de que los ordenadores son imprescindibles para cualquier tipo de análisis sísmico, al necesitarse manipular gran cantidad de datos. Evidentemente la vertiginosa evolución informática se ha visto reflejada en los diversos tratamientos de problemas sísmicos.

Hoy en día se tiende a catálogos fuertemente informatizados, alojados en servidores de las diversas agencias sismológicas, que los suministran a la comunidad investigadora, normalmente por vía telemática.

Un formato estandarizado puede ser el siguiente, tomado del CNSS.

Date	Time	Lat	Lon	Depth	Mag	Magt	Nst	Gap	Clo	RMS	SRC	Event ID
1963/07/19	05:45:28.00	43.4000	8.2000	33.00	5.50	Mb	57			0.00	NEI	196307194002
1963/07/19	05:46:05.20	43.3000	8.1000	33.00	5.60	Mb	24			0.00	NEI	196307194003
1963/07/19	07:01:46.10	44.7000	7.0000	33.00	4.40	Mb	7			0.00	NEI	196307194004
1963/07/27	05:58:23.40	43.5000	8.4000	33.00	5.10	Mb	19			0.00	NEI	196307274001
1963/08/09	06:05:32.20	44.5000	11.9000	33.00	4.90	Mb	11			0.00	NEI	196308094002
1963/11/04	15:45:46.80	44.5000	11.0000	16.00	4.10	Mb	9			0.00	NEI	196311044016
1963/11/29	15:14:39.00	42.5000	13.3000	33.00	4.20	Mb	6			0.00	NEI	196311294006

Normalmente se registra la fecha en formato año/mes/día, hora, coordenadas geográficas, profundidad, magnitud e intensidad, así como códigos de control sobre la agencia que suministra el registro, números de serie, claves, etc.

Vemos que se trata de formatos muy compactos, normalmente una inercia derivada de cuando el espacio en disco duro y velocidad de ordenadores era reducida.

En la siguiente tabla vemos el formato empleado en el Boletín de sismos próximos del Instituto Geográfico Nacional español. En este caso la compacidad de datos aún es mayor, indicando agencia, hora, fecha, códigos, magnitud, intensidad y situación. Se ve claramente que es un fichero pensado para manejo informático y no manual.

```

SSIS-0252840095199909200232053 0 D0702 00 1910 R SE ILLANA.GU 19
SSIS-0216838150199909200242166 15 D0101 00 15 7 N NERPIO.AB 02
SSIS+0210242395199909201708487 0 D0204 00 25 9 SE FOIX.FR 00
SSIS-0916738354199909202154346 8 D0901 01 38** 30 SE OEIRAS.PORT 00
SSIS-0054638258199909202201093 0 D0705 00 2011 P MONOVAR.A 03
SSIS-0310836287199909210026031 4 D0603 0 2023 SW ADRA 00

```

El formato de fichero del Swiss Seismological Service es similar, aunque más explicativo.

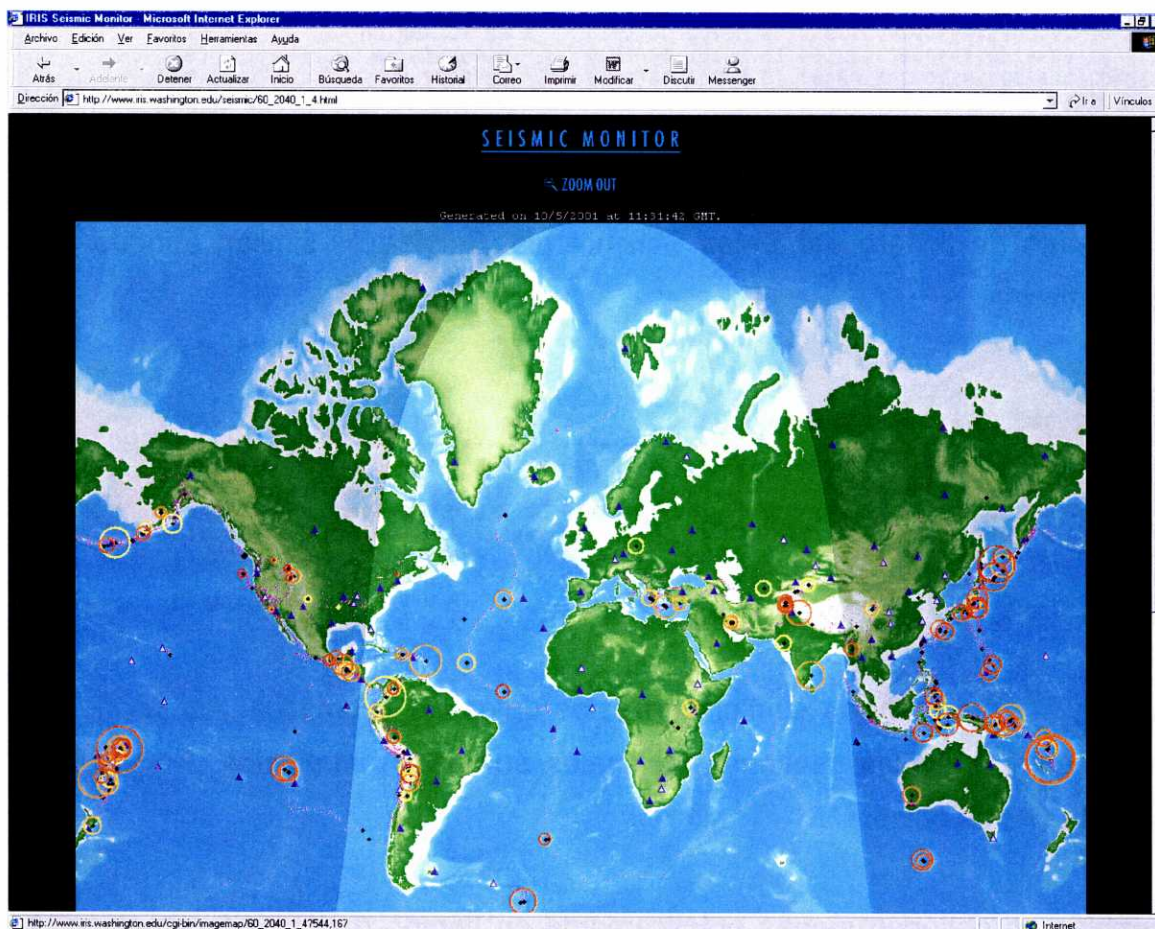
Recorded at YYYYMMDDHHMM	Origin Date Time	Location Lat Lon Dep			Mag	Q L	Region (or Azim/Slown if PKP)
199901011432:01Jan1999	14:27:56.6	33.2N	28.2E	10	Mb=4.5	D M Eastern Mediterrane	
199901021945:02Jan1999	19:45					A M PKP AZ= 34 SL=3.157	
199901022101:02Jan1999	21:01:54.6	47.4N	7.0E	10	Ml=2.5	B M Damvant / Switzerla	
199901041432:04Jan1999	14:33:15.1	47.4N	8.6E	12	Ml=1.7	A M Buelach / Switzerla	
199901041547:04Jan1999	15:47:22.0	47.1N	9.3E	0	Ml=1.8	B M Walensee / Switzerl	
199901050322:05Jan1999	03:22:10.8	45.6N	11.0E	10	Ml=3.0	A M Northern Italy	
199901050852:05Jan1999	08:52					B M PKP AZ= 12 SL=2.268	
199901051023:05Jan1999	10:12:17.3	54.3N	176.2E	10	Mb=5.4	A M Bering Sea	

La mayoría de agencias suministran estos datos vía telemática. Así podríamos establecer tres niveles: catálogos nacionales, europeos y mundiales. El significado de cada uno es obvio.

También se obtienen mapas prácticamente en tiempo real, con la situación de epicentros de terremotos, incluso es posible obtener sismogramas enviados por listas de correos de forma diaria o estar informado de eventos de forma automatizada.

Estos datos telemáticos se suelen limitar a terremotos instrumentales, que se registran de forma automatizada por la modernas redes sísmicas, pero los datos históricos, si es que existen, son pobres.

Evidentemente dependiendo de la precisión de resultados que necesitemos así recurriremos a una fuente u otra. Así, para terremotos locales, recurriremos a las bases de la agencia sismológica local correspondiente.




Ultimos sismos ocurridos. Red Iris

Para un estudio a nivel europeo, por ejemplo, sería lógico recurrir a servidores de agencias comunitarias, como la Suiza, mientras que para análisis de sismicidad mundial se recurre a servidores con esta características, sin duda el más conocido de éstos es el del USGS National Earthquake Information Center.

Internet no sólo es fundamental en el caso de necesidad de catálogos sísmicos, es básico también a nivel información.

Servidor de Geodesia y Geofísica



MINISTERIO DE FOMENTO
Instituto Geográfico Nacional

[PRESENTACIÓN](#)
[SISMOLOGÍA](#)
[GEODESIA](#)
[GEOMAGNETISMO](#)
[GRAVIMETRÍA](#)
[PUBLICACIONES](#)
[OTROS ENLACES](#)

General Ibáñez Ibero n.º 3, 28003 MADRID
 Tfno: 34-91597 5600
 Fax: 34-91597 7600
 e-mail: cnis@ign.es

2000					2001					
ENERO	01-98	02-98	03-98	04-98	05-98	ENERO	01-99	02-99	03-99	04-99
FEBRERO	06-98	07-98	08-98	09-98	10-98	FEBRERO	05-99	06-99	07-99	08-99
MARZO	10-98	11-98	12-98	13-98	14-98	MARZO	09-99	10-99	11-99	12-99
ABRIL	15-98	16-98	17-98	18-98	19-98	ABRIL	13-99	14-99	15-99	16-99
MAYO	19-98	20-98	21-98	22-98	23-98	MAYO	18-99	19-99	20-99	21-99
JUNIO	23-98	24-98	25-98	26-98	27-98	JUNIO	22-99	23-99	24-99	25-99
JULIO	28-98	29-98	30-98	31-98	32-98	JULIO	27-99	28-99	29-99	30-99
AGOSTO	32-98	33-98	34-98	35-98	36-98	AGOSTO	31-99	32-99	33-99	34-99
SEPTIEMBRE	37-98	38-98	39-98	40-98	41-98	SEPTIEMBRE	35-99	36-99	37-99	38-99
OCTUBRE	41-98	42-98	43-98	44-98	45-98	OCTUBRE	40-99	41-99	42-99	43-99
NOVIEMBRE	45-98	46-98	47-98	48-98	49-98	NOVIEMBRE	44-99	45-99	46-99	47-99
DICIEMBRE	49-98	50-98	51-98	52-98	53-98	DICIEMBRE	48-99	49-99	50-99	51-99

General Ibáñez Ibero n.º 3, 28003 MADRID
 TELÉFONOS: 34 - 91597 9443 / 34 - 91597 9446
 FAX: 34 - 91597 9758
 E-MAIL: cnis@ign.es

[PRIMERA PÁGINA](#)

Si desea información sobre los últimos terremotos haga 'clic' en el enlace a 'Sismología'.

Boletín de sismos próximos del Instituto Geográfico Nacional.

Existen gran cantidad de páginas divulgativas sobre sismicidad y terremotos. Hasta tal punto que nos atrevemos a asegurar que en este momento existe más documentación electrónicas sobre terremotos que bibliografía escrita. Por ello hemos considerado conveniente incluir en bibliografía un capítulo específico de agencias con páginas sobre el tema. La propia volatilidad inherente a Internet hace que no siempre se pueda garantizar que estas páginas estén operativas, aunque se ha intentado incluir una de lista actualiza al mes de publicación del presente trabajo.

Current Seismic Activity Around the World Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Detener Actualizar Inicio Búsqueda Favoritos Historial Correo Imprimir Modificar Discute Messenger

Dirección http://www.earthquake.org/news.html

GLOBAL EARTHQUAKE Response Center

LATE BREAKING INFORMATION SITES

The following information is a mirror of the [USGS National Earthquake Information Center](#).

Updated as of Fri Dec 22 18:25:04 GMT 2000.

DATE (UTC) - TIME	LAT deg.	CON deg.	DEP km	MAG	Q	COMMENTS
00/12/18 21:15:30	20.95S	179.64W	549.4	5.1Mb	A	FIJI ISLANDS REGION
00/12/19 13:11:47	11.79N	144.73E	33.0	5.1Mb	A	SOUTH OF MARIANA ISLANDS
00/12/20 09:19:50	53.48N	159.75E	58.3	5.8Mb	A	NEAR EAST COAST OF KAMCHATKA
00/12/20 11:23:57	38.89S	74.35W	33.0	5.3Mb	B	OFF COAST OF CENTRAL CHILE
00/12/20 13:22:33	35.83N	71.01E	82.7	5.2Mb	B	AFGHAN-TAJIKISTAN BORD REG.
00/12/20 19:28:44	22.25S	65.11W	248.1	5.3Mb	B	JUJUY PROVINCE, ARGENTINA
00/12/20 15:17:19	9.44N	85.31W	33.0	4.7Mb	B	OFF COAST OF COSTA RICA
00/12/20 15:39:33	23.95S	176.78W	56.9	5.5Mb	A	SOUTH OF FIJI ISLANDS
00/12/20 15:49:42	9.18S	154.15E	33.0	5.3Mb	B	D'ENTRECASTEUX ISLANDS REGION
NORTHERN CALIFORNIA 00/12/20 22:55:51	40.99N	121.69W	13.0	3.3Ml	CNC	NORTHERN CALIFORNIA
NORTHERN CALIFORNIA 00/12/20 22:59:38	40.99N	121.69W	14.2	3.3Ml	CNC	NORTHERN CALIFORNIA
NORTHERN CALIFORNIA 00/12/20 23:22:54	40.99N	121.70W	11.2	4.3Ml	CNC	NORTHERN CALIFORNIA
NORTHERN CALIFORNIA 00/12/20 23:39:14	40.99N	121.70W	12.3	4.6Ml	CNC	NORTHERN CALIFORNIA
00/12/21 01:01:28	5.75S	151.15E	33.0	5.4Mb	A	NEW BRITAIN REGION, P.N.G.
00/12/21 02:41:23	5.38S	154.07E	385.1	5.1Mb	A	SOLOMON ISLANDS
00/12/21 15:13:05	17.40S	178.94W	491.5	4.4Mb	B	FIJI ISLANDS REGION
00/12/21 15:42:50	7.37N	135.71E	33.0	5.0Mb	B	MINDANAO, PHILIPPINES
00/12/22 00:40:35	56.83N	138.45W	107.7	5.5Mb	A	ALASKA PENINSULA
00/12/22 10:19:00	44.86N	147.07E	138.4	5.1Mb	A	KURIL ISLANDS

Explanation of earthquake parameters

DEP Depth in kilometers

MAG Magnitude, with method used to calculate it

Ml local, the original Richter magnitude

Lg mbgl

Md duration

Mb body wave

Ms surface wave

Mw moment

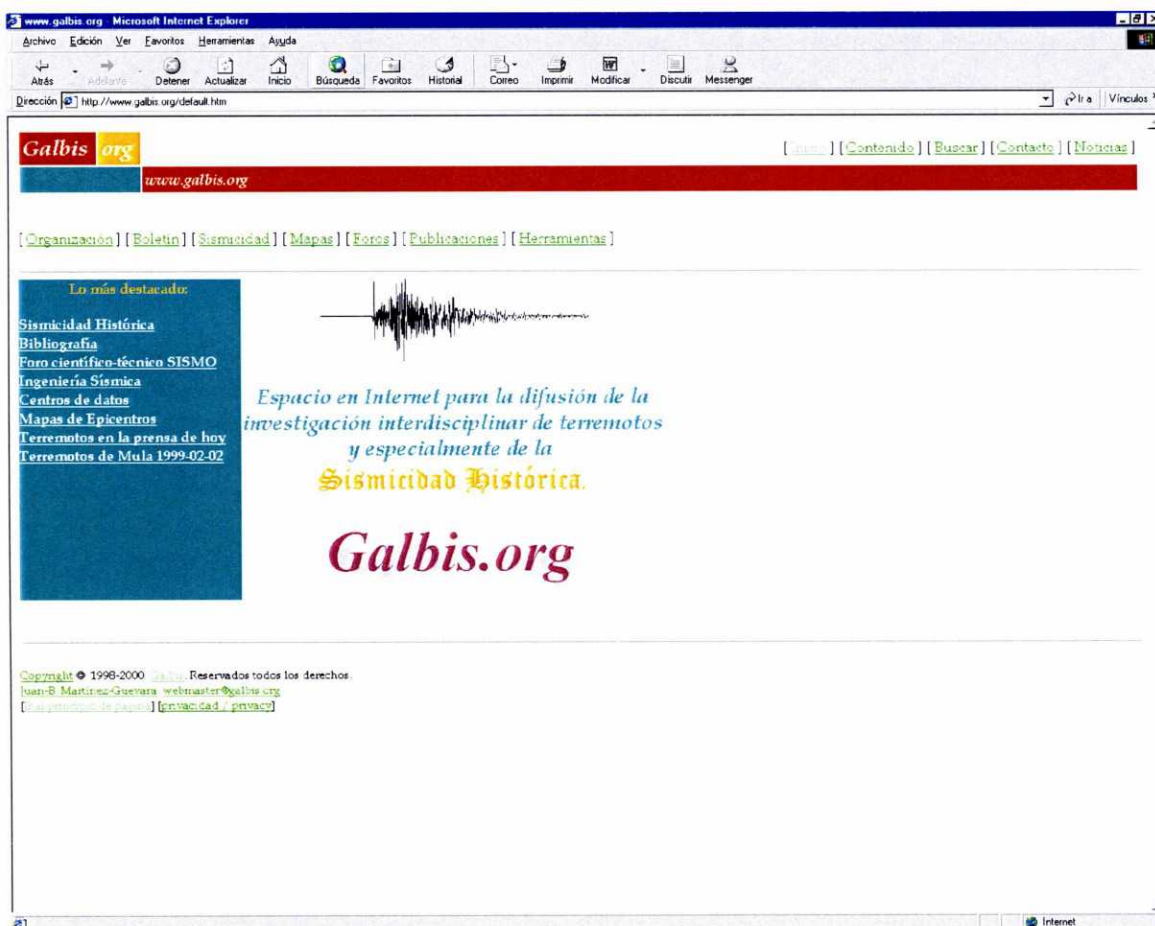
Q Location Quality. A is good, B is fair, C is poor, D is bad

OFF COAST OF COSTA RICA 00/12/20 15:17:19

Internet

Últimos sismos mundiales en el servidor del USGS.

Evidentemente no se incluyen todas las páginas existentes, lo que sería prácticamente imposible, aportamos una traducción del servidor Seismosurf, sin duda uno de los principales y más actualizados de los existentes.



Página principal de Galbis.org. Una excelente web sobre sismicidad histórica española.

5 - LA IMPORTANCIA DE LA PRENSA EN LA SISMICIDAD HISTÓRICA

"De una primavera tan húmeda es consiguiente que por el verano se experimenten temblores; porque el flogístico sulfúreo con los metales ferrugíneos mojados fermenten y causan incendios subterráneos, inflaman el ayre y se conmueve la tierra." (Extracto de una carta recogida por Rodríguez de La Torre en An Unplubished catalonian earthquake: july-16th-1790. Seismicity, seismotectonics and Seismic Risk of the Ibero-Maghrebian Region. Monografía nº 8: IGN)

Establecida con anterioridad la necesidad de un estudio histórico lo más exhaustivo posible sobre fenómenos sísmicos ocurridos en el pasado, se comprende rápidamente la importancia que supone la aparición de la prensa escrita en el análisis de la sismicidad histórica.

En efecto. Como hemos comentado, el estudio de la sismicidad histórica se ha venido basando fundamente en el análisis de escritos y crónicas de época, además de estudios hasta cierto punto limitados sobre paleosismicidad. No es necesario citar las limitaciones de estos estudios:

- **Heterogeneidad de las fuentes.** Es necesario recurrir a fuentes totalmente dispares y que dificultan extraordinariamente la concreción de datos concretos sobre un determinado sismo. En general son textos de muy diversa naturaleza que, en un determinado momento contienen datos sobre un evento sísmico. Así son frecuentes las reseñas de solicitud de dinero para reparaciones en iglesias u otros edificios, escritos normalmente dirigidos a la autoridad correspondiente. Otras veces son crónicas redactadas por un aficionado a temas científicos, que describe a su manera el sismo. En general estos escritos no tienen porqué ser redactados por una persona que los haya vivido, siendo habitual que lleguen por

fuentes orales al redactor, produciéndose numerosos errores, tanto en fecha, como en intensidad e incluso en localización.

No sólo nos tenemos que cernir a los escritos históricos, existen incluso especialistas que analizan obras pictóricas efectuadas sobre determinado sismo.

Aún así debemos pensar que la tradición escrita en nuestra región ronda los dos milenios, evidentemente cuanto más nos alejemos en el calendario mayores serán las imprecisiones y los errores.

- **Discontinuidad temporal.** Evidentemente este tipo de escritos han llegado a nuestros días de muy diversas maneras, lo que implica que no exista una continuidad espacio-temporal, por lo que no podemos afirmar que no hayan existido otros fenómenos sismológicos en fechas posteriores a las citadas en los mismos. Desde este punto de vista se generan grandes “agujeros históricos” en los catálogos.

La aparición de la prensa supondrá un importante cambio en el estudio de la sismicidad histórica. Tenemos publicaciones consecutivas en el tiempo, editadas en un determinado lugar, que dan noticias, entre las que se encuentran las sísmicas. Esto nos permite primero data, luego localizar y, además, podemos determinar la intensidad aproximada del sismo en función de los daños descritos. Esto hace que sea imprescindible un estudio sistemático de la prensa.

Cabría pensar que este estudio es válido solamente hasta la aparición de los primeros sismógrafos, ya que entonces, tendríamos localizaciones mas o menos exactas de los epicentros, así como datos concretos sobre la magnitud del sismo. No es cierto, como veremos sigue siendo necesario completar los datos concretos de los sismógrafos con datos no tan objetivos, hay que recurrir a las encuestas macrosísmicas y ver como la

prensa refleja un determinado sismo. Nos llevaremos sorpresas por la relativamente importante cantidad de errores contenidos en los catálogos sobre la base de tomar como definitivos datos de catálogos tomados en épocas instrumentales, que contienen claros errores bien de fechas, bien de intensidad e, incluso, de localización.

LA PRENSA EN LOS DIVERSOS CATÁLOGOS SÍSMICOS ESPAÑOLES

Llegados a este punto conviene comprender como se ha venido elaborando el catálogo oficial español, sobre todo en cuando a la catalogación de sismos antiguos. En general, estas catalogaciones iniciales se deben a personajes como **Perrey** (1875) o **Galbis** (1932) que, con un fuerte esfuerzo personal, recopilan una gran e inestimable información sobre distintos eventos sísmicos. **Perrey** parte, entre otros, de prensa de Madrid, mientras que **Galbis** recopila en gran medida los datos de **Perrey** (sismos anteriores al siglo XX), transcribiéndolos directamente.

Será posteriormente **Munuera** (1963) quien formará la base del actual catálogo sísmico nacional, transcribiendo –muchas veces de forma literal– el catálogo de **Galbis**. Estos datos se completarán en el año 1983 por el Ministerio de Obras Públicas. Centrándose a partir de aquí los principales esfuerzos de los Organismos Oficiales en completar con sismos nuevos de cada año (final del catálogo), pero dedicando pocos medios a completar datos que ya están catalogados.

Vemos que, en la práctica, tan sólo **Perrey** recurrió a fuentes de hemeroteca directa, y para eso prensa de capitales, o sea, a noticias de segunda mano, con numerosos errores y datos sin contrastar debidamente en muchos casos. **Galbis** y posteriormente **Munuera** transcriben directamente estos datos sin la aconsejable revisión de fuentes.

Poco a poco nos vamos dando cuenta de este hecho, teniendo que recurrir de forma

sistemática de nuevo a las fuentes, para poder comprobar la fiabilidad de los diversos catálogos. Ya investigadores de prestigio como **Melville y Musson** en 1986 (Gran Bretaña); **Levret** en 1988 (Francia); **Guidoboni y Ferrari** en 1986 (Italia) y **Rodríguez de la Torre** en 1990 (España) toman conciencia de este problema y recurren de forma sistemática a la prensa local de los últimos siglos, procediendo a la revisión de los catálogos oficiales, sobre el hecho contrastado de la fuertes dudas que surgen sobre la exactitud de datos de siglos pasados –incluso bien entrado el XX- consignados en las diversas compilaciones de sismos.

TIPOS DE ESTUDIOS SOBRE SISMICIDAD EN LA PRENSA ESCRITA

Establecida esta necesidad de estudio, deberemos establecer una determinada pauta de trabajo. F. Rodríguez de La Torre indica dos métodos básicos para el estudio de la prensa –o de otro tipo de documentación histórica- en este campo: intensivista y extensivista.

- **Estudio intensivista:** En general los datos históricos de los catálogos contienen numerosos espacios vacíos, sobre todo en parámetros como la hora del sismo y la intensidad, incluso en fechas. Se trataría pues de aumentar el grado de conocimiento de un determinado sismo analizando la prensa existente en esas fechas. Es importante completar estos registros. Hoy en día el trabajo sobre determinación de riesgo es básicamente informático y los ordenadores no van a tener en cuenta sismos con registros desconocidos, ignorándolos. Debemos pensar que, si un sismo es sentido por la población lo suficiente para que sea reflejado en la prensa, estamos hablando de una intensidad mínima de III. En zonas de alta sismicidad, estos datos se pueden considerar superfluos, pero no en zonas de baja sismicidad, como es el caso de la región gallega.

Con estos estudios intensivos no solo completamos registros sísmicos, sino que en numerosas ocasiones, los modificamos totalmente, detectando duplicidades, graves errores en localizaciones o en intensidad, etc.

- **Estudio extensivista:** Se trata de revisar todas las publicaciones periódicas, entre otros escritos, en un determinado período de tiempo, sobre una determinada región. De esta forma añadiremos nuevos sismos al catálogo de esa comarca. Se puede argumentar que este método sólo valdrá para completar el catálogo con sismos de pequeña intensidad (III-VI), ya que los superiores deben estar catalogados: es un error. El estudio de la sismicidad de una determinada comarca exige el tener un catálogo lo más completo posible, sobre todo en regiones de baja sismicidad. Tampoco es cierto que todos los sismos de grado superior a VII estén catalogados, hay numerosos casos de importantes sismos inéditos, incluso en las primeras décadas del siglo XX.

Evidentemente será necesario establecer una clasificación de la prensa, sobre todo en el caso de prensa antigua, localizando hemerotecas, números completos, etc.

No debemos pensar en la prensa del siglo pasado como en un periódico de nuestros días. Presentarán características muy heterogéneas.

PRENSA HISTÓRICA. ANÁLISIS

Dependiendo de los periódicos, estos no tienen porqué ser exactamente diarios. Es mas, a principios del XIX es normal que existan periódicos de edición casi errática, no teniendo porqué. Poco a poco la prensa se hará mas sistemática, decantándose en su mayoría por la edición diaria.

Dice *El Anunciador* de Pontevedra.

A las ocho de la noche de ayer un grupo de embozados subió por el campo de San Roque hacia el pueblo. Dieron varias vueltas al rededor de la casa Consistorial y dirigiéndose luego a un amigo nuestro que se hallaba a la puerta de la administración de Correos, le preguntaron donde era el telégrafo. Satisfecha la pregunta, el amigo aludido, a quin el porte de los embozados había llamado la atención, siguió a estos hasta la entrada del telégrafo, donde pudo conocer que eran cuatro sacerdotes.

Si se tratará de establecer en Pontevedra alguna sucursal de las Vascongadas?

Porque la hora y el punto por donde los indicados sujetos hicieron su entrada en la población, dan algo que desconfiar.

Dicen de Valencia del Miño, que el jueves pasado se notó en aquella villa al amanecer un pequeño temblor de tierra y se repitió con mas violencia a las 10 de la noche del citado día.

Dicen tambien que en el lazareto del Miño cuarentenan en la actualidad 50 individuos procedentes de la capital de Pontevedra.

En la Universidad de Santiago se ha comenzado a instruir expediente en averiguacion de los sucesos ocurridos el jueves último entre el Sr. Decano de la Facultad de Derecho y sus alumnos.

Siete son los escolares a quí ha tomado declaracion el consejo Universitario, y parecen ser los directores de este complot en el asunto.

En el último mercado de Vigo se cotizó el trigo a 18 reales ferrado; el maíz a 10; el centeno a 10; la cebada a 12; y el menudo a 12.

Dícese que el director de nuestro apreciable colega santiagués *El Libredor*, D. Alfredo Brañas, será nombrado cajero de la sucursal del Banco de España en la ciudad compostelana.

Ha llegado a Mondoñedo el señor obispo de Lugo, con objeto de presidir los funerales del prelado de la primera de las citadas diócesis.

Están casi terminadas, y muy pronto serán conducidas a Rande, las dos grandes balsas que

Los periódicos del XIX suelen tener unas cuatro páginas, de las cuales la primera se dedica a comentarios políticos y la última a publicidad; de lo que se deduce que hay dos páginas para noticias. Puede parecer sencillo el encontrar una noticia sísmica. No es así. Las linotipias de la época no permiten grandes repertorios tipográficos –dos o tres a lo sumo– y no suele haber titulares. Así, la página es una lista de noticias donde se mezcla un robo con la llegada de un personaje a la población, o con el precio de un determinado producto. En esta situación es relativamente fácil que se nos salte una noticia sísmica, incluso sabiendo la fecha de ocurrencia, siendo necesaria una lectura casi total del periódico, para evitar omisiones.

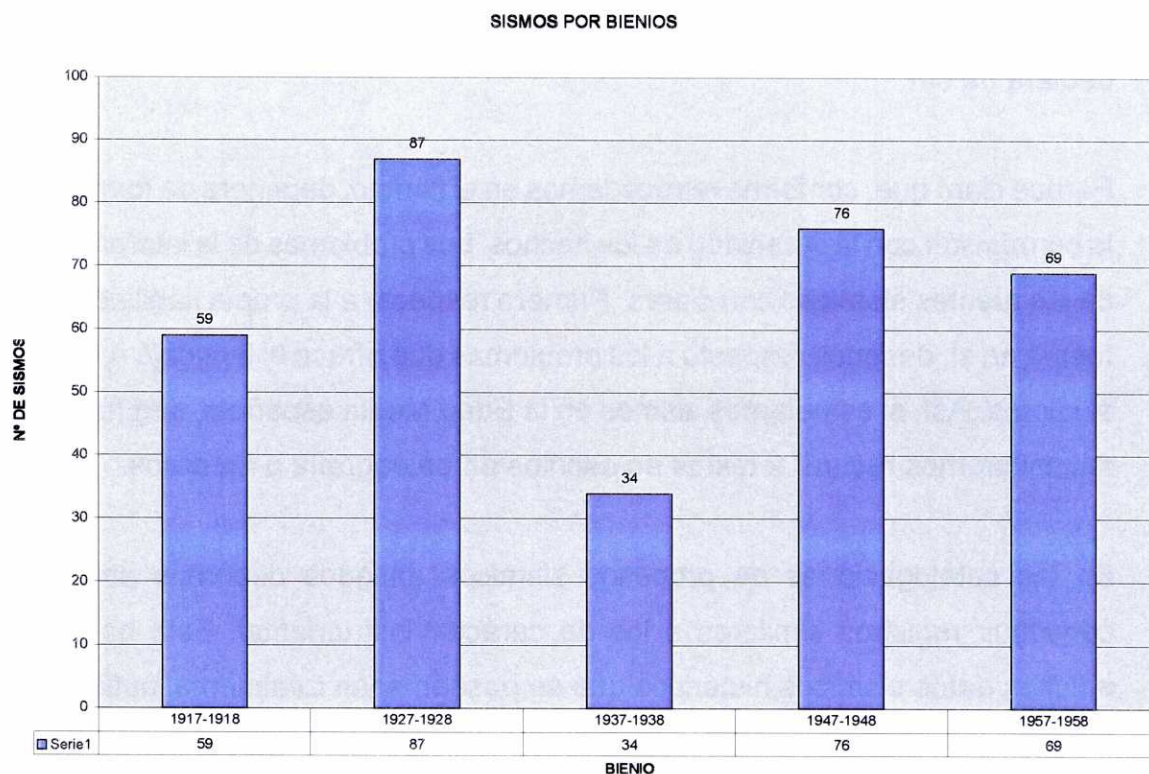
Evidentemente el modo de tratamiento de la información de los diversos eventos sísmicos es muy variable, con grados de precisión con mucha dispersión a lo largo de estos 200 años últimos.

Noticia sísmica en *La Voz de Galicia*, 8-12-1885.

Obsérvese la falta de jerarquía entre noticias.

- **Discontinuidades temporales:** Analizando las series anuales de sismos, nos encontramos con años en los que aparecen varios sismos descritos en la prensa, mientras que en otros apenas aparecen algunos. Evidentemente puede ser así, pero no es probable. Debemos buscar el origen de esos desfases en grandes acontecimientos informativos nacionales que ocupan las cabeceras de los periódicos, erradicando noticias sísmicas, mas o menos locales. Será el caso

de las diversas guerras españolas: Independencia (1808-1814); las diversas guerras civiles del XIX, o la pérdida de las colonias a finales del XIX. Esto sigue ocurriendo durante el siglo XX. Veamos por ejemplo la siguiente tabla:



Sismos ocurridos durante la Guerra Civil (Rodríguez de la Torre)

Vemos que claramente, en el bienio correspondiente a 1937-1938, el número de sismos baja de forma clara sobre el resto de bienios indicados. No tiene mas explicación que la ocurrencia de la Guerra Civil española, que se hará con la inmensa mayoría de titulares de los periódicos nacionales. Evidentemente, el número de sismos debe ser similar –dentro de un orden- al de otros bienios.

También ocurre el efecto contrario. Después de la ocurrencia de un sismo importante, es normal que aparezcan reflejados en los periódicos eventos de

escasa o nula entidad, debido a la inquietud que se crea en la población.

- **Fiabilidad:** La relación entre realidad, relato oral y redacción escrita de un determinado suceso sísmico no suele ser, por desgracia, todo lo correcta que debiera de ser.

Parece claro que, conforme retrocedemos en el tiempo, degenera de forma clara la correlación con la veracidad de los hechos. Los problemas de la interpretación de las fuentes sísmicas con claras. Primero respecto a la propia fiabilidad de la fuente en sí, después respecto a los problemas que ofrece el lenguaje e, incluso el idioma. Así, si estudiamos sismos en la Edad Media española, seguramente necesitaremos recurrir a textos en escritos en paleografía o en árabe.

En las catalogaciones de procesos sísmicos antiguos debemos pretender conseguir registros similares a los de carácter instrumental. Esto hace que muchos datos sísmicos históricos que se poseen sean totalmente inútiles.

“Por este año ocurrieron en las costas de Portugal y en Galicia horribles terremotos que derribaron muchos edificios y hasta pueblos enteros. El mar salió de sus límites corrientes, inundando muchas tierras, y en la resaca dejó en seco otras muchas. La gente se retiró a habitar en los campos.” (60 adC, Catálogo Sísmico de Galbis)

Podemos tener la tentación de suponer el anterior sismo como exacto, que implicaría uno de los mayores sismos sentidos en Europa. Está claro que no tenemos datos ni siquiera para poder localizar aunque sea aproximadamente el sismo.

Podemos clasificar la fiabilidad de las fuentes. Así, siguiendo a Rodríguez de la Torre:

- Fuente falsa
- Fuente auténtica
 - *Falsa bona fide
 - *Menor que la realidad
 - *Mayor que la realidad
 - *Igual que la realidad

Aún independientemente de la fuente, el hecho puede ser:

- Fidedigno
- Probable, verosímil
- Dudoso
- Improbable
- Falso, erróneo

Dando un porcentaje de fiabilidad del 100% a un hecho fidedigno y un 0% al falso, por interpolación las fiabilidades serían 75, 50 y 25%. Otra posibilidad sería clasificarlos como:

- Evidentes
- Dudosos
- Falsos
- Erróneos

Los dudosos serían equivalentes a los probables y los falsos a los improbables.

"Ha llamado la atención de los habitantes de La Coruña un fenómeno producido sin duda por algún temblor submarino, que dio por resultado la desaparición de la antigua peña conocida por la Marola, después de haber chocado con la que lleva el nombre de las Animas, habiendo abierto un boquete en las peñas que circuyen el castillo de San Antón,

capaz de dar entrada a una docena de quechemarines” (La Esperanza y La Correspondencia de España; Madrid, 10-9-1866).

En los catálogos oficiales españoles, el sismo anterior, aparece con una intensidad de VII, siendo uno de los mayores sismos sentidos en Galicia. En el capítulo correspondiente al catálogo se comentará más este hecho. Las piedras indicadas existen, situada una al otro lado de la ría de la otra y, por tanto, a varios kilómetros de distancia, siendo imposible que chocaran. Aún dando por bueno que el error estuviera solamente en el nombre de una de las piedras, no es lógico catalogar este fenómeno como un sismo de intensidad VII, siendo dudoso que sea incluso un sismo. Por lo tanto deberíamos clasificar este sismo como falso. Sin embargo, este sismo es uno de los responsables –junto a otros de intensidad VII muy dudosos-, del tratamiento especial de La Coruña y Ferrol en la norma sismorresistente PDS-1.

- **Problemas del lenguaje:** No siempre el vocablo *terremoto* se ha empleado con el significado que hoy en día entendemos, algunas veces el redactor ha querido decir *tormenta*. Otras veces, la expresión *terremoto de agua* o incluso *terremotos*, puede que signifique *inundación*.

Lo mismo ocurre en sentido contrario. La comprensión científica actual de la problemática sísmica no tiene mas de noventa años. Es normal que en escritos antiguos se mezclen a menudo conceptos o que se tomen como fenómenos independientes efectos colaterales a terremotos.

“En menos de seis horas se verificaron cinco flujos y reflujos de la mar, fenómeno que no se explica; porque en el horizonte no se aparecía ni siguiera una pequeña nube y e viento era moderado.

La pleamar debía ser a las once y media de la mañana y a esa hora se

habían verificado ya tres.” (El Correo Español; Madrid, 2-9-1883)

El fenómeno, aunque dudoso, parece referirse a un tsunami, elemento no identificado por el redactor de la noticia.

- **Ambigüedad en los textos:** Como hemos indicado, la metodología periodística seguida en la prensa en sus primeros años puede dejar bastante por desear, incluyendo noticias que no aclaran gran cosa.

“Según nos escriben de un pueblo de la provincia de Orense, ha habido allí, a últimos del mes pasado, un temblor de tierra, que se repitió el día 2 del actual con alguna intensidad, sucediéndole un huracán que no dejó de causar algunos daños en los campos.” (La Iberia; Madrid, 20-7-1858).

Como vemos la noticia es altamente inconcreta, y será necesario acudir a un método extensivista revisando la prensa local de los últimos 15 días de este mes, para intentar concretar algo este sismo.

Pero aún así tenemos ya varios datos:

- Hay dos sismos, uno a finales de junio de 1858 y otro el día 2 de julio.
- El segundo fue más importante que el primero.
- La deducción de que el “huracán” posterior se deba al sismo será un hecho que se repetirá numerosas veces, incluso en la prensa del siglo XX, evidentemente no se consignará este hecho.

- **Omisiones deliberadas:** Es relativamente frecuente el sobredimensionamiento de los efectos sísmicos. Esto se puede deber a diversos motivos. Uno de ellos será el puramente crematístico: los regidores de la población afectada exageran los daños producidos para conseguir algún tipo de subvención –lo vemos con

frecuencia en la actualidad cuando se describen daños por una tormenta o inundación en la cosecha-. Otras veces esta exageración se debe al sobrecogimiento de las personas que sienten el sismo y que les hacen – inconscientemente- a exagerar, algunas veces de manera muy notoria, los efectos sentidos. Pero no son los únicos: es relativamente normal que un determinado sismo sea sentido en un primer momento por unas pocas personas, cuando la noticia se comienza a extender de forma verbal, esos preceptores se multiplican rápidamente. Unos porque no habían asociado el fenómeno a un terremoto y otros acaban tomando como propias experiencias descritas de otras personas, con algún detalle a mayores.

El alcalde de Becerreá calcula en mil millones los daños del seísmo

Los temblores de tierra no cesan en la provincia de Lugo. A las cuatro de la madrugada de ayer se registró otro, de 2,9 grados de magnitud en la escala Richter. Mientras, comienzan a circular las primeras cifras sobre daños. El alcalde de Becerreá aseguró ayer que los desperfectos causados por el seísmo en el municipio pueden rondar los mil millones de pesetas.

Noticia sísmica en El Correo Gallego, 27-12-1995. Claramente se sobredimensionan los daños.

Veremos un efecto curioso: aún en terremotos bastante recientes, con un conocimiento informativo muy amplio y bastante detallado, es normal que en los catálogos oficiales los grados de intensidad aparezcan claramente sobredimensionados. Una posible explicación a éste fenómeno se debe a que los catálogos oficiales se suelen redactar sobre la base de Encuestas Macrosísmicas. Estos impresos se remiten a los ayuntamientos y allí los cubre, en el mejor de los casos un técnico municipal y en otros cualquier funcionario –o nadie-. Si tenemos en cuenta que es relativamente habitual que parte de estos funcionarios vivan en otros ayuntamientos, desplazándose sólo para trabajo, o que se vea una posibilidad de subvención, llegamos a la conclusión de que es

normal que estas intensidades se exageren.

Pero también existe el fenómeno contrario: la omisión deliberada de un sismo o la infravaloración del mismo. El motivo más habitual será el deseo paternalista de "no alarmar a la población" o "no tener la seguridad de que haya ocurrido":

"Lo propio que en Gerona y Villanueva... se dejó sentir en Barcelona igual temblor de tierra. El deseo de no atemorizar a las personas excesivamente miedosas nos hizo suspender en el número del jueves la publicación de un suceso que hemos visto consignado en otros periódicos de Cataluña" (Diario de Barcelona; Barcelona, 9-1-1853).

Otras veces, estas omisiones se deben a la incredulidad del propio periodista, normalmente basada en la no-percepción personal del fenómeno:

"¿Quién sería aquel que observó en la mañana del jueves las tres trepidaciones de tierra fuertes, y tuvo el valor para decir que la mayor duró seis segundos?

Afortunadamente, Dios tuvo compasión de nosotros y no quiso que las tales trepidaciones durasen ni la mitad de ese tiempo, pues de lo contrario, si V. Los observara, ni el papel lo dijera, ni yo podría desmentirle.

Por lo visto V. No sabe lo que son seis segundos en esos terribles casos. Pues súpalo." (El Faro de Vigo; Vigo, 27-10-1877)



Ministerio de Fomento
Subsecretaría
Dirección General
del Instituto Geográfico Nacional

General Ibáñez Ibero, 3
28003 MADRID

Terremoto del día:

Le agradeceríamos respondiera al siguiente cuestionario marcando con una cruz la respuesta más adecuada y completando los espacios subrayados oportunos. Aunque no haya notado el terremoto, su información es igualmente útil. Una vez rellenado, por favor devuélvalo donde se lo entregaron o envíenoslo a la dirección arriba indicada. Gracias por su valiosa colaboración.

1 Datos del observador

Al ocurrir el terremoto usted se encontraba en: Pueblo, Aldea
Municipio: Código postal: Provincia:

En ese momento usted estaba: ☐ al aire libre ☐ en el interior de un edificio de plantas, en la planta.....

☐ dormido ☐ tumbado ☐ sentado ☐ de pie ☐

Profesión: Si quiere, indique su nombre, teléfono y/o dirección:

2 Percepción de las personas en esa población

¿Notó el terremoto? ☐ No ☐ Sí ¿A qué hora? (Si notó más de uno indíquelos)

¿Qué sintió? ☐ ruido ☐ vibración ☐ balanceo ☐ fuerte sacudida ☐ pérdida de equilibrio ☐

	no sé	nadie	pocos	muchos	la mayoría
¿Cuántos notaron el terremoto en edificios?...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuántos notaron el terremoto en el exterior?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Salieron personas asustadas a la calle?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuántos se despertaron?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

☐ nadie dormía

3 Efectos que observó en los objetos

	no pude comprobarlo	no	débil/poco	fuerte/mucho
oscilación de lámparas u otros objetos colgados.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vibración o tintineo de vajillas, cristales, etc.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
oscilación de líquidos en recipientes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
batir de puertas y ventanas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
desplazamiento de objetos ligeros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
desplazamiento de objetos pesados (televisión, etc).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vibración de muebles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
desplazamiento de muebles ligeros (sillas, mesillas, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
desplazamiento de muebles pesados (neveras, etc).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
rotura de cristales de ventanas o puertas.....	<input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí	
caída de objetos	<input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí, ¿cuál?	

4 Daños a edificios

¿Hubo algún daño donde usted estaba? ☐ No sé ☐ No ☐ finas grietas ☐ grietas ☐ caída revestimiento
☐ chimeneas dañadas ☐ caída de tejas ☐

Daños en otros edificios, efectos en la naturaleza, otras observaciones :

Cuestionario macrosísmico del Instituto Geográfico Nacional.

- **Atenuaciones informativas:** Normalmente aplicada –pocas veces, afortunadamente- por autoridades gubernativas, para tranquilizar a la población. Así, algunos telegramas o comunicados oficiales, describen un sismo con daños muy ligeros, tipo “ligero temblor”, “sin desperfectos”. Estas mismas crónicas aparecen en la prensa local como “fuerte temblor de tierra”, “aterró al vecindario”, “oscilaciones tremendas”. Tampoco se debe descartar un cierto exageramiento en la prensa local.
- **Falsedades y bromas:** Debemos tener cuidado con estos hechos. Así, aparece en algunos catálogos, un sismo detectado el 28-12-1862 en Córdoba, calificando dicho sismo como “horrible sismo”. Evidentemente esta noticia es una broma del periódico a sus lectores el día 28 de diciembre (día de los Inocentes). Independientemente de mejor o peor gusto de la broma, será necesario consignar dichos sismos y catalogarlo como “falso”. Esto es altamente conveniente con el fin de evitar que futuros catalogadores encuentren la referencia de prensa y la consideren un sismo inédito.
- **Errores geográficos:** Son relativamente frecuentes los errores en la toponimia de las localidades, que generan errores importantes en los catálogos. Solo hay una manera de evitarlos: consultar las fuentes originales del sismo, extremando los cuidados en datos tomados de catalogadores, por los frecuentes errores de transcripción. Los ejemplos son múltiples y significativos:

-En el terremoto de Andalucía, El Imparcial, de Madrid, describe un parte del alcalde de un supuesto pueblo de Albuqueros –el cual no existe- donde indica grandes daños y más de 100 muertos. Esta noticia será ampliamente difundida en España y Portugal, apareciendo en libros.

-En un periódico se describe un sismo en la localidad de Berga. Este

topónimo si existe, en Barcelona. Sin embargo, el sismo se corresponde con Berja (Almería), a más de 700 kilómetros.

-Un terremoto en Palencia que realmente ha ocurrido en Plencia (Vizcaya)

También aparecen algunos errores en la localización geográfica. Al reflejar las coordenadas geográficas de una localidad, es pesado verificar una por una su validez, por lo que es tristemente frecuente la práctica de transcribirlas directamente, con lo que los bailes de números son relativamente frecuentes. Desde un punto de vista del catálogo, puede parecer que el tema no tiene gran trascendencia, todo lo contrario. Los ordenadores parten de estas coordenadas geográficas para realizar los diversos mapas y para los diversos cálculos de peligrosidad sísmica, por lo que es básica la corrección de estos datos.

Se debe pensar también que las localidades importantes suelen generar un cierto efecto imán sobre las poblaciones vecinas. Si un sismo se siente en una capital, aunque la percepción sea menor que en alguna población vecina, todas las noticias estarán referenciadas a la capital, acaso con alguna referencia del tipo “también se ha sentido en...”, pero el sismo quedará localizado en la capital.

Este último problema, si bien es un error que se debe corregir, no conlleva importancia para el cálculo de peligrosidad sísmica, ya que precisamente estos se harán para poblaciones importantes, suponiendo que han ocurrido en ellas los diversos eventos sísmicos históricos.

- **Errores cronológicos:**

En los diversos catálogos existen una serie de errores e indefiniciones

relacionadas directamente con la cronología del sismo.

Los sismos se deben catalogar con el año, mes, día, hora y minuto. En época instrumental se incluyen segundos y décimas.

Evidentemente, cuanto mas nos retrocedemos en el tiempo, mas inconcretos serán estos datos:

“60 a.d.C. Por este año ocurrieron en las costas de Portugal y en Galicia horribles terremotos que derribaron muchos edificios y hasta pueblos enteros. El mar salió de sus límites corrientes, inundando muchas tierras, y en la resaca dejó en seco otras muchas. La gente se retiró a habitar en los campos.” (Sismo nº 13 del catálogo sísmico de J. Galbis)

Independientemente de las imprecisiones contenidas en la anterior referencia, los datos de fechas son muy imprecisos.

Durante el siglo XIX, es habitual que se indiquen la hora y los minutos, aunque sea de forma aproximada:

“A las cuatro y cuarenta y dos minutos de la mañana de hoy se sintió una trepidación de tierra en esta ciudad, que duró próximamente de cuatro a seis segundos” (22-8-1891, La Integridad de Tuy).

Cabe la pena destacar que hasta 1900 ha hora reflejada en los diversos sismos es local. Será en esta fecha cuando el Ministerio de la Gobernación español adopta la hora internacional del meridiano de Greenwich y no las de los meridianos de Madrid o San Fernando (Cádiz) que existían hasta el momento.

En caso querer homogeneizar las horas que abarquen sismos del siglo XX con otras anteriores, se debe tener en cuenta este detalle.

Una datación sistemática, tanto en fecha como en hora, de los diversos sismos puede parecer superflua dentro de la perspectiva histórica y a los efectos de cálculos de peligrosidad sísmica. Esto puede ser atinado desde este parcial punto de vista. Sin embargo, la concreción de estos datos es importante. En efecto, el análisis de la cronología de un sismo, a partir de las fuentes originales donde aparece citado permite detectar numerosas duplicidades y errores en los catálogos oficiales. Quizás el ejemplo más claro es el del mega-sismo de Lisboa de 1755 (1-11-1755). En numerosos catálogos y libros de sismología –incluso alguno de autores de reconocido prestigio– aparece otro sismo situado en Lisboa (1-11-1775)¹. Evidentemente se trata de un error cronológico debido a la similitud fonética de las voces 1755 y 1775.

Será frecuente también que, al citar los periódicos una noticia sísmica de otro anterior, se comentan errores en la fecha que, si bien no son demasiado trascendentes, producen con frecuencia duplicidades de sismos.

Cabe una pregunta: ¿Es necesario eliminar del catálogo los sismos falsos o los duplicados? Nuestra creencia –y la de otros autores– es que no. Evidentemente no vamos añadir sismos erróneos a los catálogos, pero sí quitamos uno falso, como el citado anteriormente, podrá posteriormente venir un investigador que “descubra” un gran sismo inédito el 1 de noviembre de 1775 ocurrido en Lisboa. Por ello consideramos conveniente mantener dicho registro, indicando claramente su carácter de falso o no ocurrido. Evidentemente será necesario garantizar que dicho registro no se emplea para cálculos de peligrosidad.

La hora también tiene su importancia en un catálogo. Desde el punto de vista de sensibilidad sísmica, en general, por la noche las personas somos mas sensibles a este tipo de fenómenos. Un mismo ligero sismo ocurrido a las 3 de la madrugada o a las 3 de la tarde suele tener percepciones muy distintas, seguramente el de madrugada será sentido por un determinado porcentaje de la población, mientras que el de la tarde pasará desapercibido. El hecho de que gran parte de los sismos de época pre-instrumental ocurran por la noche no es casual. Evidentemente no hace falta indicar que un sismógrafo registra un sismo independientemente de la hora de ocurrencia, por lo que la trascendencia de estos datos para la determinación de la magnitud es menos importante que para la de la intensidad. Pero aún para un sismo actual es importante incluso el segundo de ocurrencia, sobre todo para identificar sismos predecesores y réplicas. Un caso típico puede ser el primer sismo de la serie Sarriá-Becerreá (29-11-1995), en el cual se erró en un primer momento en la magnitud, debido a que el sismo principal se solapó con un sismo predecesor.

Otro aspecto a destacar en los errores de cronología es la duración del sismo en épocas pre-instrumentales, pudiendo encontrar supuestas duraciones que van desde “escasos segundos” hasta largos minutos (llegando incluso a las horas), evidentemente existe una fuerte componente psicológicas en este cálculo mental de la duración de un sismo.

“¿Quién sería aquel que observó en la mañana del jueves las tres trepidaciones de tierra fuertes, y tuvo el valor para decir que la mayor duró seis segundos?

Afortunadamente, Dios tuvo compasión de nosotros y no quiso que las tales trepidaciones durasen ni la mitad de ese tiempo, pues de lo contrario, si V. Los observara, ni el papel lo dijera, ni yo podría

¹ Por ejemplo, en la Enciclopedia Espasa (apéndice 1949-1952), o en el clásico libro de BOLT (Terremotos), en su edición de 1981.

desmentirle.

*Por lo visto V. No sabe lo que son seis segundos en esos terribles casos.
Pues sépalo.” (El Faro de Vigo; Vigo, 27-10-1877)*

En general, todas las citas que indican “*n minutos*”, se deberían entender como “*n segundos*”, con un porcentaje de error bastante importante. Algunas veces, esta duración de “*minutos*” es correcta, ya que la persona que siente el sismo lo une a otros temblores posteriores –réplicas- cercanos al principal. En este caso habrá que analizar si es posible separar el sismo principal de sus réplicas. Así serán normales las expresiones del tipo “*varias trepidaciones, la más grande de las cuales fue la segunda*”

En una revisión rápida al catálogo español, vemos que un número importante de sismos no tienen datos concretos de hora de ocurrencia, sin embargo se tienen datos bastante concretos de la misma, como se verá posteriormente.

- **Efectos sísmicos.** El tema es complejo y merece un capítulo especial. Las escalas sísmicas de intensidad se unifican a lo largo del presente siglo, existiendo varias, con parámetros y aspectos distintos. El asignar un grado de intensidad a un sismo basándose en una crónica periodística de época es una fuente importante de errores y es básico asignar una intensidad lo mas precisa posible a un determinado sismo, sobre todo si supera los V grados de la escala MSK. El tema ha sido objeto de numerosos estudios, incluso la publicación de la European Seismological Comisión (ESC), donde se define la Escala Macrosísmica Europea, dedica partes concretas a la interpretación de textos periodísticos sobre intensidades de sismos.

LA TECNOLOGÍA DE LA TRANSMISIÓN

En el siglo XIX, la técnica sufre una continua modificación que hace que las metodologías empleadas vayan cambiando rápidamente con el paso del tiempo. Con una perspectiva histórica como la nuestra, de 200 años, conviene comprender los medios técnicos empleados en cada momento histórico con el fin de poder precisar los diversos grados de precisión en las noticias sísmicas.

- Primera mitad del siglo XIX. Con anterioridad y durante este período, toda la información concerniente a fenómenos naturales, como sería el caso de terremotos, era generada por los propios redactores si lo habían sentido en la localidad donde se imprimía el periódico. Para todo lo referente a otras localidades, se recurría a cartas remitidas por suscriptores o corresponsales espontáneos. Dependiendo del momento y del tipo de información, se incluía o no en el periódico. Se solía recurrir a la fórmula:

“Desde.... nos escriben con fecha lo siguiente:...”

No acababa aquí el proceso. Si la noticia era significativa, ésta era transcrita por otro periódico de la misma o distinta localidad, siendo común que esta segunda versión de la noticia fuera copiada así mismo por otros periódicos. Evidentemente en todo este proceso se generan lo que se denominan “Impurezas del mensaje”, produciéndose distorsiones o degradaciones debido a varias transmisiones.

Es más, el corresponsal espontáneo no tiene porqué ser un testigo ocular directo, puede ser un oyente de alguien que ha presenciado el suceso.

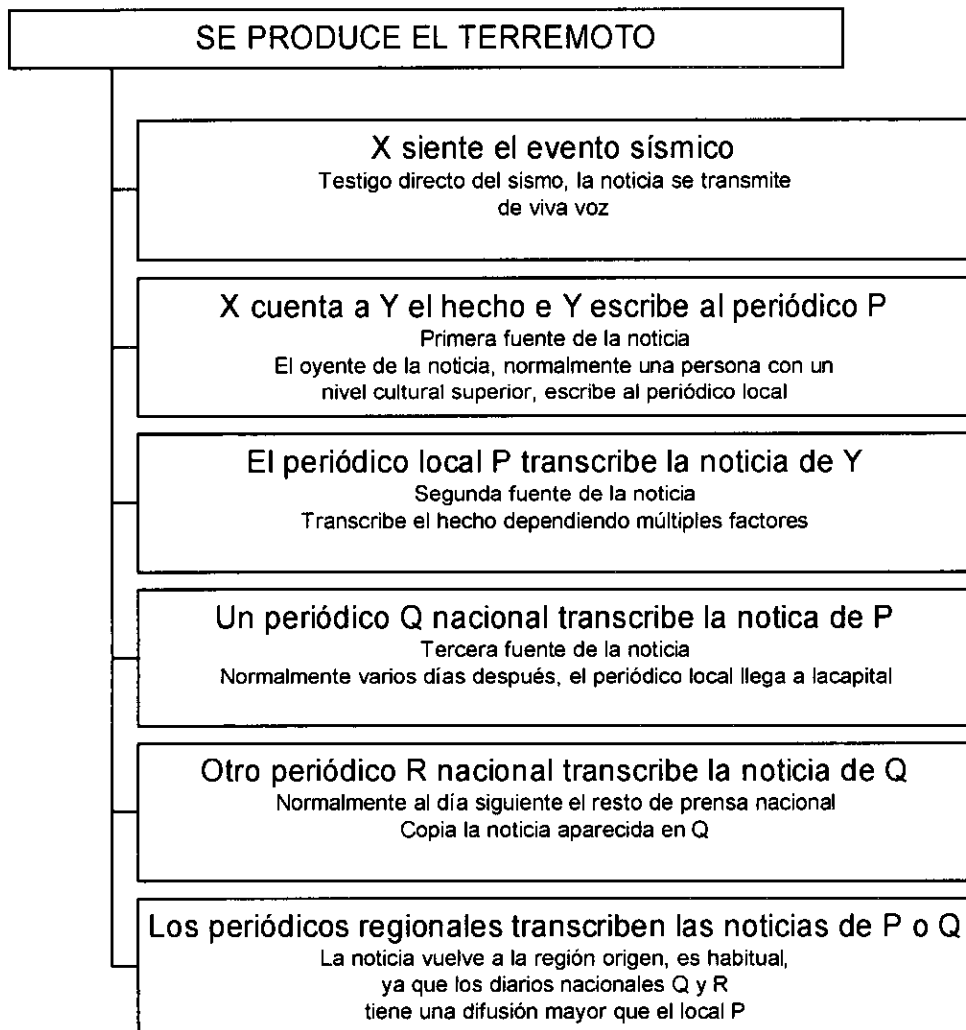
“Días pasados se sintió en Santiago de Galicia un gran temblor de tierra acompañado de un espantoso ruido, mayor que el que puede producir el trueno más violento; el estruendo duró un minuto largo: el estremecimiento de la tierra hizo más impresión en las personas que se encontraban acostadas o echadas, pues sufrieron vaivenes y estremecimientos tan violentos, que con razón se asustaron; se dijo que si el terremoto durase dos minutos más, sucederían grandes desgracias en la población.” (El Diario Español, Madrid, 12-10-1858)

La misma noticia aparece editada en *La Época* o en *La Iberia* (Madrid, 13-10-1858).

Vemos que no se indica en que periódico se publicó el hecho en Santiago (1ª fuente), cabe pensar que se editó en un periódico local, por el tipo de descripción de los hechos. No se indica tampoco la fecha del evento; si tenemos el cuenta el proceso, podemos deducir mas o menos la fecha exacta: El periódico de Santiago editaría la noticia al día siguiente (si fue por la mañana) o después de dos días (si fue por la tarde o noche), el periódico llega a Madrid, y el *Diario Español* transcribe la noticia, lo cual puede dar un período aproximado de unos 7 días. Es más, si el hecho no hubiera ocurrido en Santiago, sino que fuera en una aldea, habría que añadir otros tres días mínimo para que alguien redacte una carta, llegue a Santiago y sea publicada.

Incluso algunas veces la noticia llega a ser aún más indirecta. Por ejemplo, en Madrid se publica la existencia de un terremoto en base otra noticia, surgida en una ciudad costera, donde ha llegado un barco de otro lugar y que indica que se ha sentido en el puerto origen un determinado terremoto.

TRANSMISIÓN INDIRECTA DE NOTICIAS



Proceso de transmisión de noticias sísmicas durante la primera parte del siglo XIX

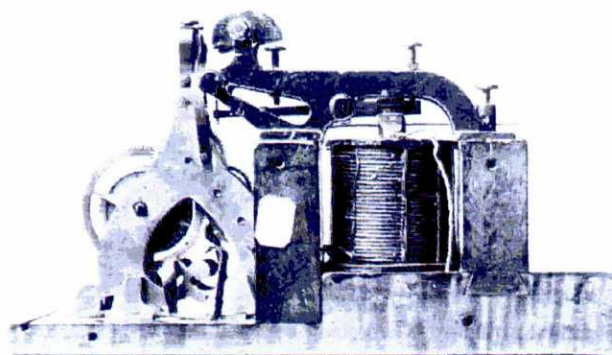
- Será a partir de 1860, cuando el telégrafo comience a emplearse de forma cotidiana.

LA APARICIÓN DEL TELÉGRAFO

El **telégrafo** es inventado por **Samuel F. B. Morse** en 1837, enviándose el primer telegrama público en 1844.

Thomas Edison inventa en 1874 la telegrafía cuádruplex, que permite enviar varios mensajes telegráficos de forma simultánea, generalizada a partir de 1915. Esto, junto a la aparición de las máquinas de teletipo a mediados de la década de 1920, hará que desaparezca la telegrafía por hilos, siendo sustituida por sistemas inalámbricos de transmisión de ondas.

El **Telex** aparecerá en 1958, permitiendo a sus abonados enviar mensajes y datos directamente a otros abonados y, a través de redes de operadoras internacionales, a otras muchas partes del mundo.



UPI/BETTMAN

La primera línea española se comienza a construir a principios de 1853 (Madrid-Irún), estando operativas en el año 1854. En Portugal funcionará el servicio desde finales de 1857.

Será habitual que los periódicos incluyan a partir de este momento una sección denominada algo parecido a **Sección Telegráfica**, que incluía noticias de última hora.

Existirán Gabinetes Telegráficos de Ministerios, en Madrid, desde julio de 1871. Era habitual que los periodistas de la capital acudieran al Ministerio de la Gobernación

TELEGRAMAS

De nuestro servicio especial.

Madrid 27 (10'45 m.)

Comienzan á recibirse detalles numerosos y tristísimos de los terremotos ocurridos en Andalucía. Las personas muertas cuéntanse por cientos y los daños materiales son también inmensos. De algunos pueblos refiérense pormenores horribles.

Continúa nevando en proporciones hace tiempo no vistas.

para enterarse de las noticias telegráficas oficiales ocurridas por el día en el país.

El auge del telégrafo y el coste de implantación de este servicio de manera particular, facilitará el hecho de la aparición de las Agencias de Prensa como *Fabra y Mencheta* en España o *Reuter* en Portugal ²

Voz de Galicia, 28-12-1884. Terremoto de Andalucía

El teléfono será inventado por **Graham Bell** en 1877. La primera línea nacional será Madrid-Aranjuez, en 1878, aunque su implantación será muy lenta. **Rodríguez de la Torre** sitúa en 1897 el primer telefonema sísmico (Antequera, 28-1-1897).

Pero no se puede hacer un análisis de la prensa española y gallega, sobre todo en el siglo XIX, sin tener en cuenta los diversos fenómenos históricos y políticos que ocurren a lo largo de estos períodos. Pensemos en los diversos períodos absolutistas del XIX en nuestro país, con la prohibición de prensa escrita, o las diversas guerras (Independencia, Carlistas y Civil), ocurridas en la época, que originan fuertes discontinuidades en los criterios de redacción de la prensa. Evidentemente, en períodos *Aaburridos@* existirán mas referencias de prensa de sismos que en épocas *Aálgidas@* de guerras, donde la primicia informativa está lógicamente en otros focos y no en un pequeño temblor en un determinado pueblo.

En este encuadre histórico conviene tener presente también las diversas tecnologías. Técnicas como el telégrafo, teléfono o teletipos, modifican sustancialmente la precisión y metodología de la prensa escrita.

² De hecho, la primera agencia de noticias será la *Associated Press (AP)*, creada en 1848 como consecuencia de la alianza de seis periódicos

Tenemos una ventaja. La gran cantidad de núcleos de población gallega, hace que la dispersión sea muy importante, lo que reduce al mínimo las zonas deshabitadas. Esto permite tener numerosos Asismógrafos portátiles@ (personas), que sienten los fenómenos sísmicos. Seguramente en otras zonas de similares características sismológicas, esta percepción no es tan elevada al no existir tantos núcleos de población y ser la distancia entre ellos relativamente importante.

Por otra parte esto no es solamente una ventaja, también es un inconveniente, existe un gran número de periódicos que aparecen y desaparecen en diversas poblaciones gallegas, por lo que el seguimiento de los mismos, incluso del número reducido de ejemplares que han llegado a nuestros días, es relativamente complejo.

El proceso seguido se encamina en dos fases:

-1.: Análisis de los principales periódicos gallegos que han tenido una presencia histórica constante hasta nuestros días:

- Voz de Galicia
- El Correo Gallego
- El Faro de Vigo

Estos periódicos se analizan en comparación con los catálogos oficiales y los diversos estudios existentes. Esta prensa, además tiene la características, de tener corresponsales en las principales capitales y poblaciones gallegas, por lo que cubren un importante territorio.

-2.: Análisis de la prensa local. Para sismos concretos se recurre, cuando es posible, a hemerotecas locales para ver como son tomadas esas noticias en estos medios, que se suponen mas exactas que las versiones que puedan llegar por correo, telégrafo u otros medios a una redacción de un periódico.

neoyorquinos para compartir los costes de la transmisión telegráfica de noticias desde Washington y Boston hasta Nueva York

-3.- Se tienen referencias de prensa nacional, la cual es anterior en general a la gallega, con una metodología en consecuencia mas elaborada, esta nos permite localizar diversos eventos sísmicos, aunque con una fiabilidad relativamente reducida en función de recibirse normalmente por correo de particulares las noticias.

Veremos que los diversos catálogos poseen numerosas lagunas y errores, sobre todo en la determinación de grados de intensidad, donde las referencias de prensa se nos antojan imprescindibles.

Basándose en todo lo anterior, habremos mejorado el catálogo existente, bien por la adicción de datos, bien por la eliminación o correctos de datos erróneos, lo que nos permite tener una base mejor para estudios de riesgo sísmico.

LA PRENSA ESPAÑOLA

Los primeros periódicos surgen en el norte de Alemania en 1609 (*Corantos*), desarrollándose rápidamente esta técnica por el norte de Europa durante el siglo XVII. Así, Londres o París verán nacer sus primeras cabeceras en los años 1621 y 1631 respectivamente.

En cuanto a la historia de la prensa en España, hay que señalar que la más antigua de las publicaciones periódicas en lengua castellana fue el *Correo de Francia, Flandes y Alemania*, que empezó a publicarse en 1621. Veinte años más tarde **Jaime Romeu** inició en Cataluña la publicación del semanario *Gazeta Vinguda*, editada en Barcelona, En 1661 **Julián Paredes** editará en Madrid *La Gaceta*, diario que en 1697

pasó a llamarse *Gaceta de Madrid*, y que tomará carácter oficial, con el título de *Boletín Oficial del Estado-Gaceta de Madrid*.

El Diario de Barcelona sale diariamente desde 1792, o el *Diario de Valencia*, que se editaba entre los años 1790 y 1836.

Con anterioridad existen varias revistas, editadas con diversa periodicidad, como pueden ser los casos de *Mercurio de España* o *Variedades de Literatura y Ciencias*. En este momento debemos tener muy presentes la prensa oficial (Gacetas), ya que ofrecían dos o tres veces por semana un apartado donde se incluían noticias.

Será en general a partir de 1833 (Muerte de Fernando VII), cuando surjan gran cantidad de periódicos diarios, hasta un punto donde hoy es difícil de comprender como es posible que en Madrid, por ejemplo, en 1833, se editaran 42 cabeceras de periódicos de forma diaria.

En general, cualquier población de más de 5000 habitantes, tenía su periódico y, en casos de poblaciones más pequeñas, la edición se convertía en semanal, en vez de diaria.

El desarrollo de la prensa se vio favorecido también por otros avances tecnológicos. La aparición de la primera linotipia a mediados de 1880 aceleró la composición al permitir fundir automáticamente los tipos en líneas. Se fueron perfeccionando las rotativas y las tiradas de los periódicos en las grandes ciudades, permitiendo pronto tiradas de varios millares de ejemplares.

LA PRENSA GALLEGA

UN RECORRIDO HISTÓRICO POR LA PRENSA GALLEGA

✕

EL CATÓN

COMPOSTELANO.

DISCURSO PRELIMINAR.

Recti apud nos locum tenet error, ubi publicus factus est. Senec. Ep. 123.

Nada puede ser mas lisonjero, ni mas glorioso á quien disfrutando de la paz del retiro repasa escrupulosamente por la memoria los desvaríos de su vida pasada, para reformarse en todo con el estudio de la verdad, que el manifestar á todo el Mundo los escollos en que nuestra fragilidad se bate miserablemente todos los dias. Pero ¿será posible, que no habiendo quien hable mal de mi vaya ahora á turbar mi sosiego, siendo el juguete de las visitas y concurrencias, y excitando bullas y disputas entre unos que me alaben, y otros que me desprecien. Sin deseos ni temores, y á cubierto

Se considera El Catón Compostelano como el primer periódico editado en Galicia. En concreto el 1 de mayo de 1800, en la ciudad de Santiago de Compostela, aunque el real auge de la prensa tiene lugar con la Guerra de la Independencia, canalizando gran parte de los sentimientos nacionalistas contra los franceses.

La *Enciclopedia Gallega* divide la historia posterior de la prensa gallega en cinco períodos, coincidentes en parte con los eventos históricos acontecidos desde entonces: Guerra de la Independencia, Trienio Liberal, Sexenio Revolucionario, Segunda

República y Transición y Democracia. Son años de fuerte inestabilidad política y social, donde se hacen necesarios vehículos de comunicación para dar a conocer las diversas ideas que van a surgir en estos períodos.

-1.- Guerra de la Independencia (1808-1833): Nuestro país vive importantes cambios históricos que requieren la información de la población: Ocupación francesa, Guerra de la Independencia, creación de juntas provinciales, Constitución de Cádiz...

Para ello será imprescindible que las Cortes de Cádiz, en 1810 autoricen la libertad de prensa, aunque ésta ya existía de hecho desde 1808. Hasta este momento estas libertades estaban fuertemente coaccionadas con el fin de evitar la entrada de ideas procedentes de la Revolución Francesa.

Surgen rápidamente con líneas editoriales que se mantendrán prácticamente a lo largo del siglo XIX: Liberales y Absolutistas, con fuerte confrontación ideológica, llegando, en casos aislados, a la agresión física.

La prensa tendrá en este período una misión fundamental aglutinando los intereses nacionales contra los franceses. Además se discutirán las aboliciones de señoríos, Inquisición, poder real o libertades de los ciudadanos..

Serán periódicos locales, de edición irregular y, normalmente, de corta duración: *Diario de La Coruña*, el *Ciudadano por las Constitución* (A Coruña), *El Sensato* (Santiago), etc.

Núm. 30

Pág. 303

GAZETA DE LA CORUÑA

DEL SÁBADO 1.º DE OCTUBRE DE 1808.

TURQUÍA.

Constantinople 31 de Julio.

Esta Capital se halla en la mayor consternacion desde la tarde del 18. El antiguo Sultán Selim, no perdonaba diligencia alguna para restablecer la autoridad de la puerta Otomana, y mantener en pie y bien pagado un ejército respetable; y esto mismo fué lo que ocasionó su caída el 18 de Mayo de 1807.

Mustaphá Bairactar Baxá de Rudschuk, hombre de buena intencion, proyectó restablecer todo lo que en el 18 de Mayo se había destruido. Para esto vino á Constantinopla con varios cuerpos de tropas, y sostener con ellas su plan, si se oponía á su execucion Kuvagri-Oglou, Comandante de los castillos de los Dardanélos, y principal autor de la conspiracion contra el Sultán Selim. Sus designios eran deponer al Muftí y todos los nuevos Ministros del Sultán Mustaphá, encarcelar al Agá de los Genizaros, y ocupar con sus tropas los principales puntos de Constantinopla. El Gran Visir, el nuevo Mufti y otros muchos miembros del Divan, se declararon partidarios de Musthaphá Bairactar.

El Sultán léjos de sospechar la menor cosa de sus proyectos, se creia tan seguro, que el día 8 por la mañana estaba en Besetach; pero noticiosa su madre en el

Cabecera de La Gazeta de La Coruña, junto al Diario de La Coruña, los primeros periódicos de esta ciudad. Curiosamente ambos salen el mismo día y una de sus principales características, además de su rivalidad, será su lucha constante contra los franceses.

Desde el nacimiento de la prensa, se comprende la importancia de la misma, intentando su control por todos los medios. Esa será una de las diferencias entre Liberales y Absolutistas, mientras los primeros son partidarios de la libertad de prensa, considerándolo un principio fundamental, los absolutistas y la Iglesia serán partidarios de un control férreo de esta libertad.

Los periódicos de este primer tercio de siglo XIX se conciben en pequeño

formato, con numeración consecutiva, pensando en su encuadernación, como un libro por entregas. En general tendrán una vida efímera, tanto por vicisitudes económicas como por condicionantes legales obligados por el cambiante marco legislativo de esta época.

-Las publicaciones del período 1808-1814 apenas tienen noticias locales o regionales, centrándose mas bien en secciones políticas y de guerra.

-En 1814 regresa Fernando VII, comenzando el primer período absolutista, con la suspensión de todos los periódicos excepto *La Gaceta* y el *Diario de Madrid* (18-4-1815), con carácter mas bien institucional. Estas medidas vienen seguidas de una fuerte represión de los periodistas y editores existentes, obligando a destierros, penas de cárcel y excomuniones.

-En 1820 se produce el levantamiento de Riego, obligando a Fernando VII a jurar la Constitución de Cádiz, reestableciéndose la libertad de prensa. Será el **Trienio Liberal**, apareciendo periódicos en la línea liberal y constitucionalista, como el *Diario Constitucional* de A Coruña o el *Demócrito Gallego* de Santiago.

-Fernando VII solicita la intervención extranjera de los 'Cien mil hijos de San Luis', terminando con el Trienio Liberal y restableciéndose la anterior legislación de prensa anterior a 1820 obligando al exilio y encarcelamiento a muchos de los editores y periodistas de la anterior etapa. Así, Antonio Benito Fandiño, fundador de *Demócrito Gallego*, es condenado a trabajos forzados en el Canal de Castilla, donde morirá en 1831.

-2.- Período Isabelino (1833-1868): Durante la regencia y reinado de Isabel II se registran numerosos cambios políticos. Las diversas leyes que controlan la prensa mantienen en general un amplio criterio restrictivo, estableciendo importantes cantidades económicas de depósito, censura, jurados especiales y estando tipificados los delitos de imprenta.

Será un período donde nacerán una gran cantidad de publicaciones. Así, entre 1833 y 1868 se contabilizan un total de 188 periódicos gallegos. El hecho urbano de estas publicaciones viene demostrado en que sólo 4 de estos periódicos son editados en otras localidades y de éstos sólo 2 son verdaderos periódicos: *El Vigía*, de Villagarcía y *La Cuenca del Eo*, de Ribadeo, estando los otros dos ligados al Obispado de Tuy y el de Mondoñedo.

Pocos de estos periódicos sobrepasaron el año de vida, llegando incluso algunos a nuestros días, es el caso de los boletines provinciales, los eclesiásticos, además de *El Faro de Vigo*.

Editores como José Núñez Castaño y Viuda e hijos de Compañel (Santiago); Castor Migue y Francisco Arza (A Coruña); Nicasio Taxonera (Ferrol), estarán ligados a estos periódicos. Apareciendo firmas de Romero Ortiz o Antolín Faraldo –exiliados después del levantamiento de 1846-, José M^a Posada, José Rúa de Figueroa, Juan Cuveiro, Emilio Couto o Murguía.

En 1838 aparece la primera litografía en Galicia, introducida por José Núñez Castaño (*Semanario Instructivo* de Santiago). Aumentan el formato, modifican las estructuras de cabeceras, se regulariza la presentación en columnas y diversifican el contenido. Así suelen presentar un editorial en su primera página, seguido de crónica local y de Galicia, datos económicos, sección cultural, sección oficial, información telegráfica y artículos de información variada. Suele

ser común la inclusión de una página publicitaria.

La reactivación económica gallega posterior a 1840 permitirá un aumento de la alfabetización y un creciente interés político, permitiendo la aparición de numerosas publicaciones con una amplia diversificación de contenidos. Aparecerán así publicaciones humorísticas, como *El Nene*, *La Pulga* o *El Crítico*. También aparecerán publicaciones como *El Gratis de Vigo* o *El Avisador de Pontevedra*. Periódicos como *El Centinela de Galicia* de A Coruña o *Democracia Republicana* de Pontevedra tendrán un marcado carácter político; Los habrá obreros, como *El Cuarto Estado* de Orense o *El Porvenir Coruñés*; Existen Revistas jurídicas, como el *Boletín Judicial de Galicia* de A Coruña; revistas médicas como la *Revista Médica* de Santiago; comercio, como *El Eco Mercantil* de A Coruña; otros se dedicarán a la información local, como el *Semanario Santiagués* o *El Vigía* de Villagarcía; otros seguirán la vía de la información general, como *El Telégrafo* de A Coruña, o *El Faro de Vigo* (1853-hoy), *El Correo de Lugo*, *Diario de Santiago*, *Diario de A Coruña*. Todo esto se completará con una serie de publicaciones de carácter cultural (*El Iris del bello sexo*), eclesial, boletines oficiales.

Conviene indicar el interés de "progreso" de gran parte de la prensa, poniendo siempre especial atención en los avances científicos y en las ciencias naturales. Pronto surgirán nuevos planteamientos políticos, acallados temporalmente por los levantamientos de 1846 y a las reacciones consecuentes a los levantamientos liberales de 1848.

-3.- Sexenio Revolucionario (1868-1874): La Revolución de 1868 abrirá una década escasa con importantes acontecimientos políticos en nuestro país: Constitución de 1869, asesinato de Prim, reinado de Amadeo de Saboya, Primera República, sublevación cantonalista, golpe de Pavía, guerra carlista,

etc., lo que implicará importantes enfrentamientos ideológicos y políticos.

El 23 de octubre de 1868 el Gobierno Provisional decreta la libertad de imprenta, elevada a ley a mediados de 1869: “...*todos los ciudadanos tienen derecho a emitir libremente sus pensamientos por medio de la imprenta, sin sujeción a censura ni ningún otro requisito previo.*” No hace falta decir que esto hará que surjan una gran cantidad de publicaciones. Así, en estos escasos seis años surgirán en Galicia un total de 118 periódicos, existiendo un total de 128 periódicos en las ciudades y 3 en pueblos. Aparecerá también en este período el primer periódico gallego editado desde la emigración, será *La Gaita Gallega*, editado en La Habana en 1872.

Las características de esta prensa vendrán fundamentadas en el revoltijo ideológico del momento: la importancia de la información general, con fuerte contenido político e ideológico, evidentemente existirán también publicaciones culturales, religiosas, oficiales, obreras, etc.

En esta época los diarios se van adecuando a los formatos normales de prensa, con información más rápida, más amplia y más sencilla de leer.

Algunos ejemplos representativos de este período: Periódicos liberales: *La Concordia de Vigo*; Carlistas: *El Libredón de Santiago*; monárquicos: *El Eo de Lugo*.

Los nombres de los periódicos reflejarán en muchos casos su ideología, incluso el “entusiasmo” del momento histórico. Así, tras la Revolución Setembrina, aparecerán periódicos como *La Voz Popular*, *La Voz del Pueblo de Pontevedra* o *El Amigo del Pueblo*, también de Pontevedra, subtítulo *Periódico de la Tarde. Todo por el Pueblo y para el Pueblo. ¡Viva la Revolución!*. La prensa

republicana, como El Eco Republicano de Ferrol tendrá una vida efímera, desapareciendo tras el pronunciamiento del general Martínez Campos en Sagunto el 29 de diciembre de 1874.

-4.- La Restauración (1875-1923): En un primer período (1875-1898), el restablecimiento de la Monarquía y la alternancia pacífica de los partidos liberal y conservador. Esta estabilidad política se ve salpicada por hechos importantes en la historia de nuestro país: pérdida de las colonias de Cuba o Filipinas, guerra de Marruecos, crisis económica.

Durante este período existirán varios decretos y leyes que regularán la libertad de expresión. Así, en 1875, se prohíbe defender formas de gobierno distintos a la monarquía constitucional. Tras la normalización del nuevo sistema político, se establece a principios de 1879 la Ley de Imprenta, sustituida posteriormente por la Ley de Policía de Imprenta, aprobada por el gobierno de Sagasta en 1883.

Otros hechos serán fundamentales para entender el desarrollo de la prensa en este momento histórico, el crecimiento urbano, la extensión del sistema educativo o la implantación en 1890 del sufragio universal (sólo personas masculinas adultas), además de la mejora de las comunicaciones, con el ferrocarril y el teléfono. No debemos olvidar las nuevas técnicas de impresión que facilitarán notablemente la edición de un periódico: aparecen las máquinas de escribir, la linotipia, la rotativa, la fotografía, el color, etc. De esta manera el periódico ya no es un producto elaborado artesanalmente, sino que es un proceso donde la técnica adquiere una importancia notoria. Evidentemente esto implicará una mejora de la tipografía y la posibilidad de incluir información gráfica, además de permitir más noticias, recogidas en menor tiempo y de mas lugares y no solo tomando como fuentes otros periódicos, corresponsales o cartas de lectores, que producían un notable retraso en las noticias, además de

tener una dudosa veracidad en muchos casos. Esto también desembocará en una mayor profesionalización de los periodistas, además de una bajada de precios de la prensa, gracias al aumento de tiradas propiciada por los avances técnicos, por la competencia entre medios y, sobre todos, con la mayor incidencia de la publicidad, que ya no serán comercios locales, sino que surgirán marcas nacionales e internacionales que necesitan aumentar su mercado.

Desde el pronunciamiento de Martínez Campos hasta el golpe de Primo de Rivera, circulan en Galicia 1292 periódicos, de los que sólo 22 eran anteriores a este período. La lista de firmas es casi interminable, personajes tan trascendentes en la cultura gallega como Murguía, Juan Barcia, Emilia Pardo Bazán, Alfredo Vicente, Alfredo Brañas, Juan Neira, Sofía Casanova...

Básicamente se van seguir dos técnicas de edición. Por un lado tendrán un desarrollo especial numerosas imprentas, que se dedican a editar diversas publicaciones. Serán muy conocidas las de Abad en A Coruña, *La Popular* de Orense o *Tipografía Galaica* en Santiago. Sin embargo cualquier periódico con una mínima visión de futuro tendrá que montar sus propios talleres, que amortizarán no sólo con el periódico principal, sino que suelen publicar libros, folletos e incluso otros periódicos. Serán los casos de *Faro de Vigo*, *El Eco de Santiago*, *La Voz de Galicia*, *La Región* o *El Ideal Gallego*.

Evidentemente, en esta época tan convulsa, la prensa pasará por diversas vicisitudes. Así, en la primera etapa de la Restauración, aún bajo los efluvios del Sexenio Revolucionario, así como de la tercera guerra carlistas o la Comuna de París, la expresión escrita estará bastante limitada. Así no habrá prensa obrera ni política, reduciéndose la cultural y manteniéndose la de información general. Así se mantienen *La Concordia*, *Faro de Vigo* y *Diario de Santiago*, sumándose ahora *El Porvenir* –continuación de *El Libredón*–, *El Anunciador* de Pontevedra,

Las Noticias de La Coruña o El Correo Gallego (1878-hoy), fundado en Ferrol por José M^a Abizanda y San Martín.



La Ilustración Gallega y Asturiana, de Manuel Murguía (1879-1881)

A partir de mediada la década de 1870, la importancia de la emigración gallega en América es patente. La “morriña” que generará el interés por la información gallega, unida a un desarrollo económico de parte de estos emigrantes, hará que surjan diversos periódicos en Ultramar. También en Madrid surgirán *La Ilustración de Galicia y Asturias* (1878-1879) y *La Ilustración Gallega y Asturiana* (1879-1881), con colaboraciones como Murguía o Rosalía de Castro. Mención aparte merece la publicación en 1878 de *O Tío Marcos da Portela*, fundado por Valentín Lamas Carvajal, que es el primer periódico escrito en gallego y que consigue una difusión muy importante en el mundo rural.

La Ley de Imprenta de Sagasta hará que la década de 1880 presente un panorama mucho más rico. Creciendo de forma importante la prensa de carácter obrero, que seguirá hasta 1936 con un carácter fuertemente combativo. Publicaciones como *La Emancipación* de A Coruña y Vigo o *La Unión Obrera* en Ferrol estarán en este lado, con tendencias claramente anarquistas.

Los carlistas y republicanos podrán en este momento a volver expresar sus ideas, así surgirán periódicos como *La Cruz* de Santiago o *La Coalición Republicana* de Vigo, respectivamente.

Será este momento el álgido para la prensa satírica, con publicaciones como *El Microbio* o *¡Beso a Usted la Mano!*.

En el verano de 1888 se produce en Madrid el "Crimen de Fuencarral", considerado como el inicio de la prensa "amarillista" en nuestro país.

Publicaciones tan importantes como *La Voz de Galicia* (1882-hoy), fundada por Juan Fernández-Latorre, *El Regional* (185-1931), *El Diario de Pontevedra* (1887-hoy) aparecerán en este momento.

El ritmo de aparición de prensa es continuo, con 20 a 30 títulos nuevos por año. En la Década de 1890 aparecerá la prensa socialista, con la publicación *Solidaridad*, perteneciente a la agrupación viguesa del PSOE, que se mantuvo hasta 1936.

Otra novedad será la aparición de prensa femenina, con títulos como *El Ángel del Hogar* y *La Estrella Galaica*. Centradas en moda, consejos y cocina. Será también relativamente habitual que otra prensa incluya en sus páginas secciones femeninas.

También tendrá un desarrollo importante el nacionalismo. En 1894 Curros Enríquez funda en La Habana *La Tierra Gallega*. A finales de esta década la prensa jugará un importante papel en el debate nacional sobre la pérdida de las colonias.

En el primer tercio del siglo XX se producirá el fortalecimiento del movimiento obrero y del regionalismo, empezando a tomar importancia la prensa deportiva. La experiencia de la Solidaridad Gallega generará la aparición de *Galicia Solidaria* y de *A Nosa Terra*.

Aparecen también varios periódicos católicos, debido a las instrucciones del Concilio Vaticano I de lograr una presencia católica más activa en la prensa..

En el primer decenio de este siglo aparecerá *El Progreso*, de Lugo (1908-hoy), fundado por Fernando Pardo Suárez.

La segunda década del siglo XX será pródiga en nuevas publicaciones que reflejarán el auge imparable de las ideas republicanas, de los sindicatos y del nacionalismo, sólo frenadas por la dictadura de Primo de Rivera. Las nuevas técnicas permiten la aparición de numerosos periódicos locales en pequeñas poblaciones. El alto coste de maquinaria necesario hace que poco a poco aparezcan empresas periodísticas, que no se decantan tanto por una determinada idea política, yendo mas bien al campo de la información general. En este momento esta prensa tiene regularizada la edición diaria, constando de 4 páginas, estando destinada la cuarta y última a publicidad. Presentan información local, regional y nacional, con apartados de agenda y horarios de transportes, incluyendo algún tipo de suplemento literario o de otro tipo.



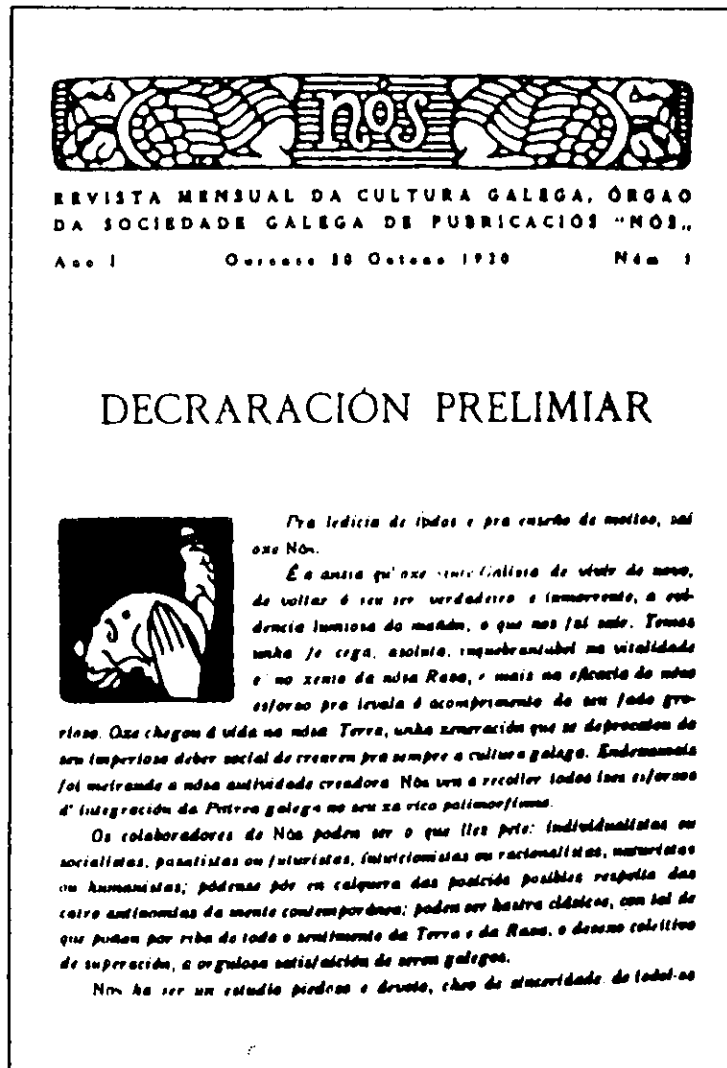
Los periódicos que surgen en este momento se suelen auto calificar como independientes o católicos. Es el caso de *La Región*, de Orense (1910-hoy), editada por la Acción Social Católica, *El Orzán* de A Coruña o *El Ideal Gallego* (1917-hoy) también de A Coruña, fundado por el sacerdote José Toubes Pego.

La década de los años veinte supondrá importantes acontecimientos mundiales, como la Revolución Rusa, la 1ª Guerra Mundial, la Revolución Mexicana o, en el ámbito local, la huelga de 1917, el asesinato de Canalejas o las revueltas campesinas en Porto do Son.

En 1916 se crean las Irmandades da Fala, de la cual *A Nosa Terra* será su órgano de prensa que irá conduciendo hasta la creación del Partido Galleguista.



En 1920 aparece *Nos*, en Orense, que canalizará gran parte de la cultura gallega, aglutinando a firmas como Vicente Risco, Castelao (son los fundadores), Otero Pedrayo, Cabanillas o Bouza-Brey entre otros.



-5.- Dictadura de Primo de Rivera (1923-1931): En este período quedan suspendidas las garantías constitucionales, correspondiendo la mayoría de nuevos títulos (muy inferiores en número en comparación a las décadas anteriores) a prensa deportivo o boletines de asociaciones.

-6.- Segunda República (1931-1936): En estos cinco años tan convulsos aparecen un total de 207 periódicos en Galicia, circulando 329. Marcarán claramente a esta prensa las expectativas de la nueva república, los cambios

ideológicos, la crisis económica, la reacción de la Iglesia, así como la radicalización del proletariado y de la derecha, todo ello unido al fuerte auge del nacionalismo.

La nueva constitución garantiza la libre emisión de ideas sin censura previa, pero las Leyes de Defensa de la República y la Ley de Orden Público limitarán en gran medida la idea matriz.

En 1931 aparece el Partido Galleguista, que señalará el despegue de la prensa nacionalista de carácter político: *A Nosa Terra* o *El Herald de Galicia*. Este auge también se verá reflejado en el resto de la prensa, con una mayor presencia del idioma gallego, destinando mas espacio a los problemas de Galicia y al Estatuto que se está gestando.

La Segunda República favorecerá también la aparición de numerosas publicaciones de carácter educativo. También aparecen varias publicaciones fundadas por jóvenes, de marcado carácter ideológico.

-7.- Guerra Civil y dictadura franquista (1936-1975): Tras el levantamiento del 18 de julio de 1936, se suspenden inmediatamente las publicaciones editadas por el Partido Galleguista o con simpatías con sus ideas. Esto es extensivo a todo tipo de ideario republicano o sindical. Ya el 28 de julio de 1936, la Junta de Defensa Nacional establece la censura previa de todo impreso, sometiendo la prensa a la jurisdicción militar. En 1938 una Ley de Prensa regulará la misma, manteniendo la censura.

Durante la guerra civil, las nuevas publicaciones apoyarán prácticamente sin fisuras al nuevo régimen, con mayor o menor entusiasmo.

Ya en la década de los Cuarenta, los nuevos periódicos serán prácticamente deportivos o de diversas organizaciones. La crisis económica será también una fuerte cortapisa a la aparición de cualquier tipo de prensa. Existirán publicaciones anecdóticas, editadas en el interior de la cárcel de Celanova o por grupos guerrilleros en clandestinidad, editados de forma artesanal.

A partir de este momento comienzan a aparecer publicaciones gallegas, pero en el exilio, con marcado carácter político antifranquista y nacionalista, normalmente bajo los auspicios de partidos políticos. Son los casos de *Loita* en México o *A Fouce* en Buenos Aires.

Los años sesenta vendrán marcados por el Concilio Vaticano II, por la recuperación económica y por la emigración masiva a Europa. Políticamente se reorganizan el Partido Socialista Gallego y se constituye la Unión do Pobo Galego, llega la televisión y en abril de 1966 entra en vigor la Ley de Prensa e Imprenta. Será la "ley Fraga", en la que se produce un cierto grado de libertad de expresión. La oposición a la dictadura comienza a salir a flote con sucesos como la huelga de Bazán en 1967 o los diversos conflictos universitarios de



Ha sonado la hora de la ofensiva general

Para los antifascistas gallegos, es un honor que de este fierro hayan salido los primeros guerrilleros de España. Aquellos grupos de valerosos antifascistas que se lanzaron al monte en 1936, fueron el fermento de este pequeño, pero imbatible Ejército Guerrillero de Galicia.

Diez años peleando incansablemente contra un enemigo sanginario, que se propuso ahogar en sangre los sentimientos democráticos y las aspiraciones nacionales de Galicia.

Son diez años de sacrificios y penalidades; combatiendo en condiciones de inferioridad; teniendo que vencer las armas al propio enemigo. En la lucha cesaron combatidos muy queridos, llenos de nuestro propio amor, sangre generosa de nuestra amada Galicia. Pero la dureza del camino, no ha detenido nuestra marcha. Porque nuestra fe en la victoria del pueblo, nuestra fidelidad a la República, son indestructibles. Los sacrificios y penalidades solo han servido para contrarrestar al tiempo de acero del guerrillero gallego. Los sufrimientos de nuestro pueblo, el dolor por el camarada caído, acorralados nuestra fe al futuro y nuestra voluntad de luchar sin tréguas hasta lograr la victoria republicana.

La canalla franquista emplea contra nosotros todos sus recursos represivos y terroristas. Guardia Civil y Policía Armada; Moros y Leticia Extranjero; Guardia Nacional; Interguerra y Contrabandistas de ferrocarril; espías y provocadores; todo es utilizado por Franco para destruirnos. Pero sus esfuerzos criminales están condenados al fracaso. El "enemigo sanginario" y sus esbirros, ignoran que la Guerrilla es un pueblo, y como pueblo, invencible. Por eso, impotentes para contener el desarrollo del movimiento guerrillero, emborran para hacer frente a una causa, a quien a la vez y a la columna, intentan privarnos del apoyo del pueblo, reduciéndolos a "bandoleros". Este es el recurso de todos los verdaderos fascistas cuando se ven perdidos.

Bandoleros llaman a los patriotas astutícos, a los guerrilleros yugoslavos y a los maquis de Francia. Bandoleros llaman a los héroes de nuestra independencia. Bandoleros llaman a los héroes como Elvira, Acuña, Marañón, Ballo, Cristino, Vico, Gato y cientos de patriotas que encarnan la tradición heroica de un pueblo que jamás se sometió a despojos y tiranías.

[No]. Los guerrilleros no son bandoleros. El pueblo los tiene como a los más firmes y abnegados republicanos. Son ellos los guías de los más valientes y heroicos patriotas. En las Guerrillas combaten hombres por el sublime ideal de la libertad, abnegados labradores, artesanos, estudiantes e intelectuales. Son los mejores hijos de España; son los genuinos representantes de la Galicia democrática y progresiva; son los defensores de la Patria, los que durante diez años han mantenido en alto la bandera de la República.

Bandoleros, asesinos y ladrones son Franco y su canalla, que se sublevaron contra la legítima legal república y a hipotecaron nuestra soberanía a las potencias fascistas del Eje. Bandoleros son los falangistas que sembraron España con un millón de bombas y llevaron al luto, la miseria y la desolación a casi todos los hogares. Bandoleros son los que mantienen en prisión a 600.000 españoles; torturan y matan como en las diez mas negras de la Inquisición. Los delictos son los que tiran bombas y mortarejos contra los pueblos para matar, ahogar y violar a mujeres. Bandoleros son los sanguinolentos franquistas que se embriagan, chapando a los labradores el fruto de su sudor. Bandoleros son los que se aprestan a matar a los niños al exterior para recuperar la honra perdida de las tropas y americanas. (Éstos son los únicos bandoleros). Ellos son los culpables de la tragedia innumerable de nuestro pueblo. Ellos son nuestros enemigos mortales, a los que combatiremos o matemos y luego, porque mientras no sean barridos de la faz de la tierra, no puede haber paz, bienestar y libertad para los españoles.

Dura y difícil ha sido el camino recorrido estos diez años. Pero la guerra de un nuevo día ya suena en el horizonte. Éste es el fruto de la lucha heroica de nuestro pueblo.

Señalamos que la última batalla, por ser la decisiva, será la que cuide mayores pruebas de valor y sacrificio. Los guerrilleros cumplirán con su deber. No nos importan los sacrificios, porque nuestra vida pertenece al pueblo. Por su bienestar y felicidad, hemos dado y daremos hasta la última gota de nuestra sangre.

En el lenguaje guerrillero, pasividad es sinónimo de cobardía. Y en nuestros files no caben las cobardías. Capitulación y entrega son sinónimos de traición. Y a los traidores se los ahorca.

No admitimos ni admitiremos transacciones con el enemigo. Nuestra lengua es con él, es el de los arcos. Rechazamos y rechazaremos cualquier intento de conciliación con los verdugos franquistas, manteniéndonos inextinguible nuestro juramento de luchar hasta la victoria, por la República y las Libertades Nacionales de Galicia.

[Combatientes del Ejército Guerrillero de Galicia. Ha sonado la hora de la ofensiva general. La victoria está al alcance de la mano. Para hemos de conseguir la restauración nuestra gran patria. ¡Al ataque a todos los frentes, apoyando la lucha de la heroicidad obrera y la resistencia de nuestros labradores.]

Por una España democrática y republicana.

Por una Galicia libre y progresiva, encarnada en el órgano de una Federación Democrática de los pueblos hispanos.

¡MUERAN FRANCO Y SU MALDITA FALANGE!
¡VIVA EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA!

"El problema de España debe resolverse con la inmediata desaparición del régimen franquista, la anulación de Franco y la inmediata restauración de la República que en el régimen político que vive el pueblo la última vez que pueda manifestarse libre y democráticamente". (Dr. GURAL, jefe del Gobierno Republicano).

1968.

Entre los años 70 y 75 tienen lugar las huelgas de Ferrol y Vigo y se incrementan el número de publicaciones clandestinas, normalmente bajo el amparo de CC.OO. o de ERGA

-9.- Transición y Democracia (1975-hoy): A la muerte de Franco se inicia el proceso de transición democrática, materializada en las elecciones de 1977 y en el referéndum de la Constitución de 1978 o el Estatuto en 1980.

Aparecerán nuevamente una cantidad importante de publicaciones, circulando en 1980 111 periódicos, existe pluralidad ideológica y un auge de todo lo gallego, con el resurgimiento del nacionalismo. La prensa vuelve a tomar parte de la iniciativa ideológica. El punto álgido será entre 1979 y 1981, denotándose un posterior descenso, sobre todo por problemas económicos y por la paulatina normalización política.

De hecho, mas que nunca, tendrán que ser fuertes capitales empresariales los que se puedan permitir la edición de periódicos, apareciendo grupos multimedia donde la prensa escrita es uno de sus brazos.

RESEÑA HISTÓRICA DE LOS PRINCIPALES PERIÓDICOS GALLEGOS

Conviene en este momento incluir una breve reseña histórica de los principales periódicos consultados.

Como se ha indicado en su momento, la metodología de búsqueda ha sido el consultar los principales periódicos que se han editado prácticamente sin interrupción desde su nacimiento hasta nuestros días:

- Faro de Vigo
- El Correo Gallego
- La Voz de Galicia

Completando estos datos con periódicos locales para sismos concretos, como puede ser el caso de *El Progreso de Lugo*, *El Diario de Pontevedra* o *La Región de Orense*.

FARO DE VIGO (1853)

Aparece el jueves, 3 de noviembre de 1853, con el subtítulo: "Periódico mercantil, agrícola e industrial", con una periodicidad bisemanal, editando los jueves y domingos. En 1875 cambia de días, editándose los miércoles y los sábados, pasando a ser trisemanal a mediados de dicho año (martes, jueves y sábados). Será a mediados de 1879 cuando se convierta en diario, ampliando sus secciones a Noticias generales, Noticias del extranjero, Noticias de Galicia, Sección local, Revista de comercio, Folletín,

Sección telegráfica, y abre correspondencia en Madrid.

Es fundado por Ángel de Lema y Marina, con tendencia oficialista, conservador y católico.

Núm. 1.

Jueves 3 de Noviembre de 1853.

Año I.

FARO DE VIGO.

PERIÓDICO MERCANTIL, AGRÍCOLA E INDUSTRIAL.

Este periódico se publica los jueves y domingos de cada semana.—Precio de suscripción 4 rs. al mes en esta ciudad, y 50 rs. por semestre franco de portes; 12 rs. al mes, también franco.—No se reciben ningunos correspondientes que no venga francos.

Vigo 3 de Noviembre de 1853.

Al presentarnos en el estado de la opresión, no son otras nuestras aspiraciones que las de coadyuvar, en cuanto permitan nuestras débiles fuerzas, fomento de los intereses de Galicia, de deplorables circunstancias por una etc., y preocupaciones fustadas por etc., contribuyeron a que esta vasta comarca continuase en participar de los males que otros disfrutaban ya. Mucho también el deseo de sofocar esas alidades que no han desaparecido del todo entre provincias hermanas, y el contribuir al mismo tiempo a que Castilla, uniéndose más estrechamente a este antiguo reino, puedan dar en agricultura e industria mayor impulso, como Galicia más vida a sus intereses mercantiles y marítimos con el seno del interior de la Península.

Si los enlaces de familia, el sentimiento religioso, el elemento monárquico y el principio de unidad administrativa, pudieron reunir bajo un mismo techo diversos países, conocidos antes con los nombres de condados, señoríos, principados y reinos para constituir una unidad política, no han sido capaces, por ahora, de borrar completamente las diferencias que en aquel entonces había. Mucho, es cierto, se hizo por el reinado de D. Alonso el Sabio para uniformar social y económicamente la nación; pero no pudo tener efecto la administración y no menos pronta, para que haya un todo armonioso, sea una misma la legislación civil y criminal, y desaparezcan esas variedades de dialectos, de pesos, medidas y monedas, y con todo ello, esas costumbres y vulgares errores, como

nados por nuestro sitio y las aserciones de algún escritor.

Ninguna provincia como la de Galicia es víctima de esas presenciones desfavorables, de esos equivocados juicios; y por eso común es el error en creer a este territorio conquistado desde el siglo VI a los romanos por Leovigildo y erigido en reino por Fernando I en el siglo XI, como un país triste, pobre y estéril, y a sus naturales como la gente de más corto entendimiento. Las consecuencias que se siguieron de este fatal error sobre los desengaños, para extendernos a manifestarles; hasta decir, que esta gran porción de la corona de Castilla no mereció por anteriores administraciones la atención de que es muy digna, considerándola siempre como la Irlanda española. Contra ese reprensible abandono, contra esos luminosos epítetos protestaron más de una vez los hijos del país; y mostraron que nos gloriamos de haber nacido en él, cumple a nuestra conciencia y a nuestro amor propio olvidado, demostrar que se equivocan grandemente los que toman la laboriosidad gallega por esclavitud, la economía por mezquindad y la pendería por estupidez. Sin embargo, gracias a la ilustración de la época no necesitamos esbozar los argumentos, ni aducir demasiadas pruebas en defensa del país, porque otra es la opinión que se va formando ya del carácter de sus habitantes, de sus disposiciones naturales y de la fertilidad del suelo.

Los que se dejan llevar de vulgaridades y se detienen poco a examinar un hecho para averiguar la causa que lo produce, los que miran con desdén a los que se emplean en trabajos útiles y miran de su país, por un corto

plazo, para suplar muchas veces la falta de brazos que hay en otros puntos, los que, finalmente, juzgan que un territorio que produce la bastante para sostener su población, no la permite que emigre a otros en demanda de trabajo son víctimas, los unos de un ligero etc., y los otros de un falso principio. La emigración gallega a varias de nuestras provincias y al Portugal, no es hija de la esterilidad del suelo como generalmente se presume, sino una bien de los hábitos de laboriosidad y economía que tanto distinguen al labrador gallego.

Nadie ignora que cuenta Galicia con multitud de ríos y rios abundantes en esquisitos pescados, que tiene profundos valles, dilatadas vegas, frondosas selvas y dehesas, y extensos prados para sostener una población más numerosa; pero todos se olvidan o desentienden que nuestros paisanos no se contentan con los rios frutos que el suelo produce, que no pueden vivir en la ociosidad, ni tranquilamente desahogar de sus faenas consumiendo los productos de la tierra, regada y fertilizada con el sudor de su frente. Si estas circunstancias se tuviesen presentes cuando el agricultor gallego deja su hogar para trabajar en algunas de nuestras provincias, seguramente estamos que otro sería el juicio formado del país. Tan azaradas están en el la sobriedad, el apego al trabajo y la prudente economía, que sus habitantes van en busca de ocupación en donde quiera que la encuentran, aun por eso abandonar el cuidado de sus terrenos.

Es costumbre ingrata en nuestra gente del campo, cuando que son las principales labores que exige la tierra, abandonar su familia, a la que

EL CORREO GALLEGO (1878)

Aparece el 1 de Agosto de 1878 en Ferrol, fundado por José María Abizanda y San Martín. Formado inicialmente por 4 páginas con cuatro secciones: Política, Marina, Noticias locales, Noticias de Galicia, Extranjero y Variedades.

EL CORREO GALLEGO

DIARIO POLÍTICO DE LA MAÑANA.

PROSPECTO.

Entre otros de los fundamentos de la Mañana, el Correo Gallego, como todos los periódicos de esta clase, se funda en la necesidad de proporcionar a los lectores una noticia exacta y oportuna de los sucesos que se van sucediendo en el mundo. Para ello, el Correo Gallego se compromete a publicar diariamente, en su edición de la mañana, una noticia completa y exacta de los sucesos que se van sucediendo en el mundo. Para ello, el Correo Gallego se compromete a publicar diariamente, en su edición de la mañana, una noticia completa y exacta de los sucesos que se van sucediendo en el mundo.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia. El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

Entre otros de los fundamentos de la Mañana, el Correo Gallego, como todos los periódicos de esta clase, se funda en la necesidad de proporcionar a los lectores una noticia exacta y oportuna de los sucesos que se van sucediendo en el mundo.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

CONDICIONES MATERIALES.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

Entre otros de los fundamentos de la Mañana, el Correo Gallego, como todos los periódicos de esta clase, se funda en la necesidad de proporcionar a los lectores una noticia exacta y oportuna de los sucesos que se van sucediendo en el mundo.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

Entre otros de los fundamentos de la Mañana, el Correo Gallego, como todos los periódicos de esta clase, se funda en la necesidad de proporcionar a los lectores una noticia exacta y oportuna de los sucesos que se van sucediendo en el mundo.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

PRECIOS DE SUSCRIPCION.

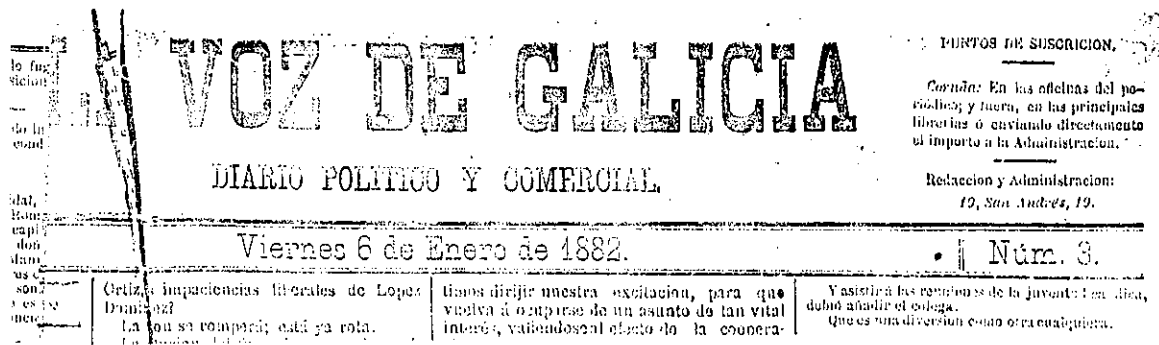
El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

El Correo Gallego se publica en Ferrol, en la imprenta de D. José María Abizanda y San Martín. El precio de la suscripción es de 10 pesetas al año, adelantado. El precio de la venta al por menor es de 10 céntimos por copia.

En 1938 la Editorial Compostela, S.A. se hace con la cabecera del periódico, pasando a imprimirse en Santiago, inicialmente con el título EL CORREO GALLEGO Y EL ECO DE SANTIAGO, quedando posteriormente su actual título.

LA VOZ DE GALICIA (1882)



Aparece el 4 de Enero de 1882 fundada por Juan Fernández Latorre, con cuatro páginas y con edición diaria (excepto lunes). Desde su salida será el diario gallego con mayor difusión. Ya en 1884 dedica aproximadamente un 30% de su espacio a informar sobre Galicia, contando con corresponsales en las principales villas y ciudades gallegas.

El periódico intentará mantener una línea liberal en su pensamiento, que no le origina pocos problemas en la época de la dictadura de Primo de Rivera o en los primeros días de la Guerra Civil. Precisamente esto originará cambios en la dirección del periódico, que tomará una fuerte vinculación franquista.

DATOS ESTADÍSTICOS Y CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS DE LA PRENSA GALLEGA

La Enciclopedia Gallega establece un valor de 2.920 títulos de periódicos gallegos publicados dentro y fuera de Galicia desde 1800 a 1982. Sin embargo esta cifra se basa en los depósitos de las hemerotecas nacionales (Galicia, Madrid y Barcelona). Aún existen lagunas importantes: la prensa en la emigración y la editada en clandestinidad quedaría fuera de estos números, que se pueden suponer en un 80% de la realidad. Esta cantidad no es desdeñable, dado el relativo atraso económico-cultural con otras comarcas españolas y las históricas dificultades de comunicación.

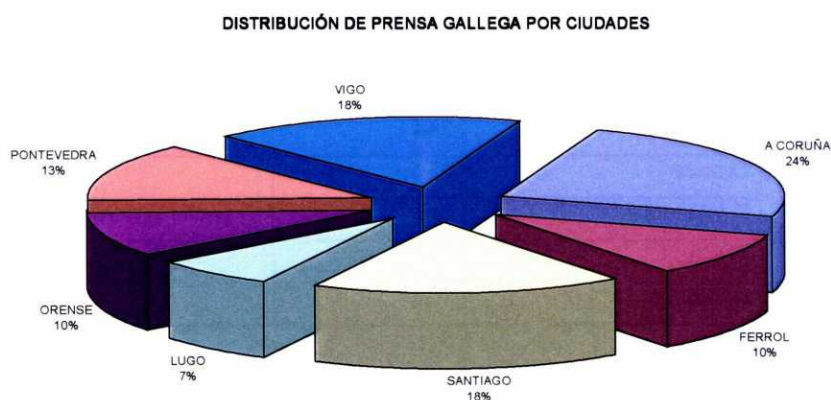
LUGAR		Número de Periódicos	%
GALICIA	A Coruña	1153	
	Lugo	344	
	Orense	254	
	Pontevedra	845	
	TOTAL	2596	88.90
AMERICA	Argentina	105	
	Cuba	51	
	Otros	44	
	TOTAL	200	6.84
EUROPA		15	0.51
ESPAÑA		51	1.74
Madrid		30	
Desconocido		58	1.98
TOTAL		2920	

Distribución geográfica. (Según Enciclopedia Gallega)

La prensa gallega es predominantemente urbana, existiendo claras diferencias

entre el número de periódicos editados en las diversas provincias gallegas. Evidentemente esto se debe a las diversas problemáticas culturales y económicas, número de habitantes, porcentaje de población urbana, existencia de instituciones, etc. De hecho, las diferencias entre A Coruña-Pontevedra y Lugo-Orense se reflejan claramente en el hecho de que entre las dos primeras cubran prácticamente el 77% de la prensa gallega.

En el gráfico vemos el carácter claramente urbano de la prensa gallega, editada en su inmensa mayoría en las capitales de provincia además de Santiago, Vigo y Ferrol. Son además estos lugares donde se editan los periódicos de mayor duración, difusión geográfica e incidencia en la opinión pública.



Vemos en el cuadro anterior que las ciudades de las provincias de A Coruña y Pontevedra suponen más del 75% de la prensa de su respectiva provincia. Esto no ocurre, sin embargo, con la provincias de Lugo y Orense, donde el número de títulos de la capital no llega al 40%. Serán las principales villas luguesas donde se editarán los porcentajes de prensa que faltarían en el cuadro:

Monforte, Vilalba, Mondoñedo, Vivero, Ribadeo, etc.

Evidentemente estas relaciones no se han mantenido a lo largo de estos dos siglos. Así, de los 117 periódicos editados en Galicia entre 1800 y 1850, 91 pertenecen a A Coruña y Santiago.

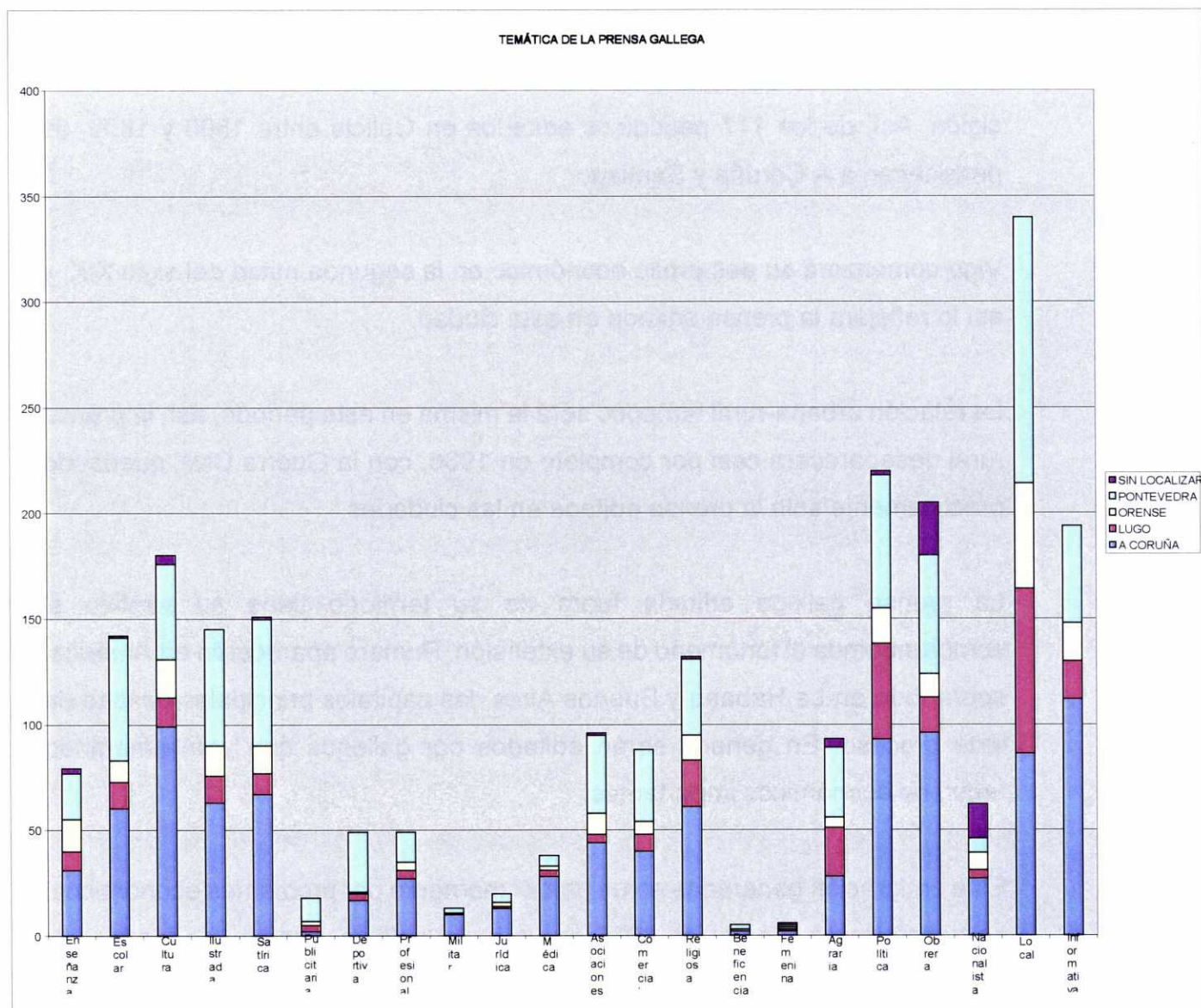
Vigo comenzará su desarrollo económico en la segunda mitad del siglo XIX, y así lo reflejará la prensa editada en esta ciudad.

La relación urbana-rural tampoco será la misma en este período, así, la prensa rural desaparecerá casi por completo en 1936, con la Guerra Civil, quedando prácticamente solo la prensa editada en las ciudades.

La prensa gallega editada fuera de su territorio tiene su sentido si comprendemos el fenómeno de su extensión. Primero aparecerán en América, sobre todo en La Habana y Buenos Aires, las capitales principales destino de este proceso. En general serán editados por gallegos que van generando recursos económicos importantes.

Esta emigración generadas en un primer momento por problemas económicos, se transformará a partir de 1936 en un exilio político, cambiando también el signo de la prensa.

Con la Guerra Civil la emigración también se dirigirá a Europa, aunque serán contingentes menores y la orientación de esta prensa será política.



Temática de la prensa gallega (Enciclopedia gallega)

6 - LOS TERREMOTOS GALLEGOS

“Abrióse también la tierra por muchas partes con grandes hendiduras y grietas que se hicieron en ella, donde padeció multitud increíble de gente. Por causa de esto ni se caminaba, ni los hombres podrían librarse ni salvar sus personas.” (F. De Ocampo. Lib. II, cap. I).

Realicemos un recorrido por los terremotos sentidos en Galicia o en sus proximidades a lo largo de la historia. Iremos estructurando el presente capítulo en períodos de tiempo más o menos homogéneos, describiendo los principales fenómenos sísmicos acontecidos en ellos y que los van caracterizando. Es necesaria esta subdivisión al tratar casi 1500 registros sísmicos.

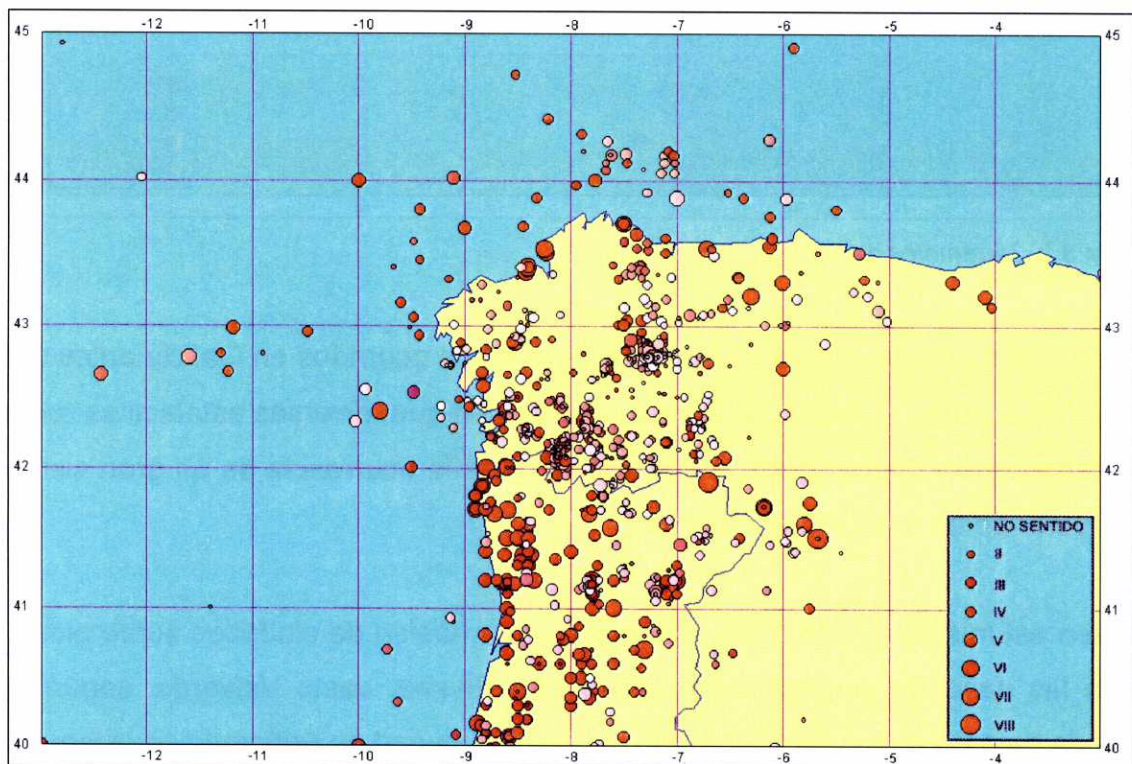


Figura 6.1. Terremotos gallegos hasta el año 2000

TERREMOTOS HISTÓRICOS (ANTERIORES AL s. XIX)

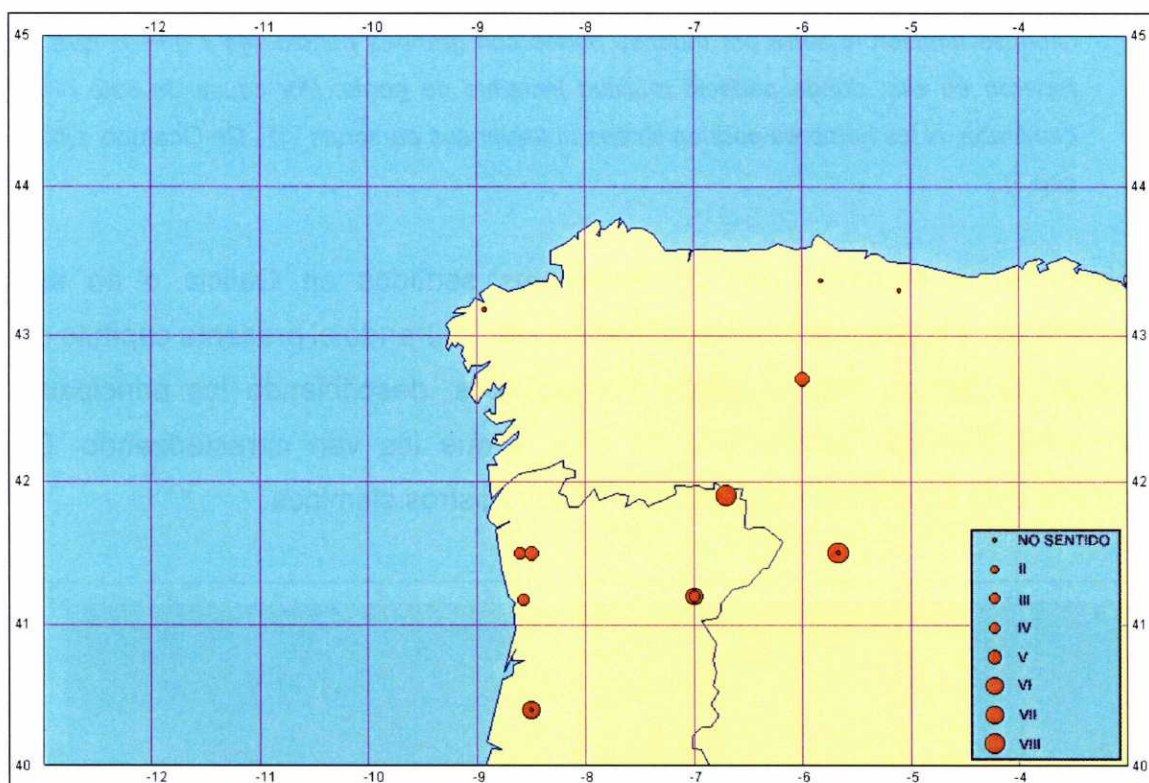


Figura 6.2. Terremotos gallegos anteriores al S.XIX

No existen datos concretos y fiables de terremotos ocurridos en Galicia antes del siglo XIX. Autores como **Vidal Romaní** mantienen que, diversas estalactitas rotas encontradas en cuevas gallegas, pueden indicar la ocurrencia de un gran sismo destructor en un pasado muy remoto.

Existen así mismo leyendas de origen celta que hablan de ciudades sumergidas, como las descritas en las inmediaciones de Riveira, como Valverde, según la leyenda bajo las dunas de Corrubedo, o la mítica ciudad de Antioquía en la laguna de Antela (Verín). –Aún hoy, dice la leyenda, se escuchan en la comarca las campanadas de su iglesia, que se resiste a permanecer en el olvido–.

Sin embargo el territorio gallego posee numerosos restos de edificaciones (castros) desde épocas anteriores a Jesucristo, sin que se hayan evidenciado en los mismos daños que se puedan atribuir con autoridad a un posible terremoto. Sin embargo debemos reconocer que los estudios de paleosismología en el territorio gallego son prácticamente inexistentes.

También han llegado a nuestros días numerosos edificios religiosos y civiles, que datan desde el año 1000 dc e incluso anteriores, no se han podido atribuir a posibles terremotos daños en los mismos, por lo menos de forma inequívoca.

Todo lo anterior nos permite afirmar con cierto grado de seguridad que no tenemos constancia de sismos destructivos, con intensidad superior a VII, en el territorio gallego, por lo menos en los últimos 2000 años.

Esto no quiere decir que no haya habido terremotos en nuestro territorio o en otros cercanos. Catalogadores como **Moreira de Mendoça** (1759) primero, o **Navarro-Neumann** posteriormente recopilan diversa información sobre terremotos históricos ocurridos en la Península Ibérica. Estos sismos también son recogidos por **Galbis** (1932).

En general se trata de notas muy inconcretas desde un punto de vista geográfico, que impiden una localización con cierto grado de fiabilidad, hablando de grandes cataclismos que no han sido en general contrastados por otros hechos históricos. Por lo anteriormente indicado no han sido normalmente incluidos en los diversos catálogos sísmicos. Nosotros hemos preferido incluir algunos, aunque catalogados como dudosos o improbables, no procesándolos para cálculos ni estadísticas, quedando como hechos meramente anecdóticos, mientras no sea posible una adecuada verificación de los mismos.

En la siguiente tabla se incluyen estos sismos:

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Intensidad	Localidad	Provincia
947 ac		41°36	-5°48	¿?	ZAMORA	CASTILLA Y LEÓN
60 ac		41°30	-5°40	IX	GALICIA	GALICIA
718		43°18	-6°42	¿?	ASTURIAS	ASTURIAS
1347-11-28		41°54	-6°42	VIII	FRANCA	PORTUGAL
1522-jun		43°22	-5°50	¿?	OVIEDO	ASTURIAS
1666-nov		41°10	-8°34	IV	PORTO	PORTUGAL
1724-10-12		39°00	-12°30	VI-VII	OCEANO	ATLANTICO
1751-5-9		41°12	-7°00	IV	MONCORVO	PORTUGAL

El sismo del año 60 ac aparece recogido por **Galbis**, que lo reproduce de los datos de **Moreira de Mendonça** y de **Navarro-Neumann**. Es el terremoto número 13 de su catálogo:

“Por este año ocurrieron en las costas de Portugal y en Galicia horribles terremotos que derribaron muchos edificios y hasta pueblos enteros. El mar salió de sus límites corrientes, inundando muchas tierras, y en resaca dejó en seco otras muchas. La gente se retiró a habitar en los campos.”

Por la descripción parece que estamos hablando de un terremoto similar al de Lisboa de 1755, con su correspondiente tsunami. Seguramente fue un sismo ligado a la falla Azores-Gibraltar, con efectos destructivos en las costas portuguesas y, en menor medida, en Galicia.

En el mismo catálogo de **Galbis**, recogido de las mismas fuentes, se describen – aunque más sucintamente- otros fenómenos similares en el año 33 dc o en el año 309, donde se habla de “terribles terremotos en Portugal, sentidos en toda Europa”, no se han incluido al ser datos muy inconcretos.

El terremoto de 718 aparece recogido por **Celio Agustín Curion**, en su historia (según **Galbis**), donde habla que, gracias a un terremoto que produce

desprendimientos de rocas sobre el río Deva, quedan sepultadas las tropas de Alkamah, dando la victoria a las de Pelayo. No está comprobado este hecho.

Los terremotos de 1347 y 1522 están muy mal documentados, no así el de Lisboa de 1531 (26 de Enero), donde se habla de mas de 1500 casas destruidas. **Moreira de Mendoça** supone que este terremoto es similar al de 1755, de hecho el de 1755 destruye algunas iglesias levantadas después de este sismo. Hay constancia que fue sentido con fuerza en Santander y en todo el Norte de España (**Galbis**, 1932)

El terremoto de Porto de 1666 aparece recogido por **Perrey**, de **Von Hoff. Chronik der Erdebeben**.

Existen referencias de varios terremotos igualmente en Portugal, que se señalan en el catálogo de **Galbis**.

EL MEGASISMO DE LISBOA DE 1-11-1755.

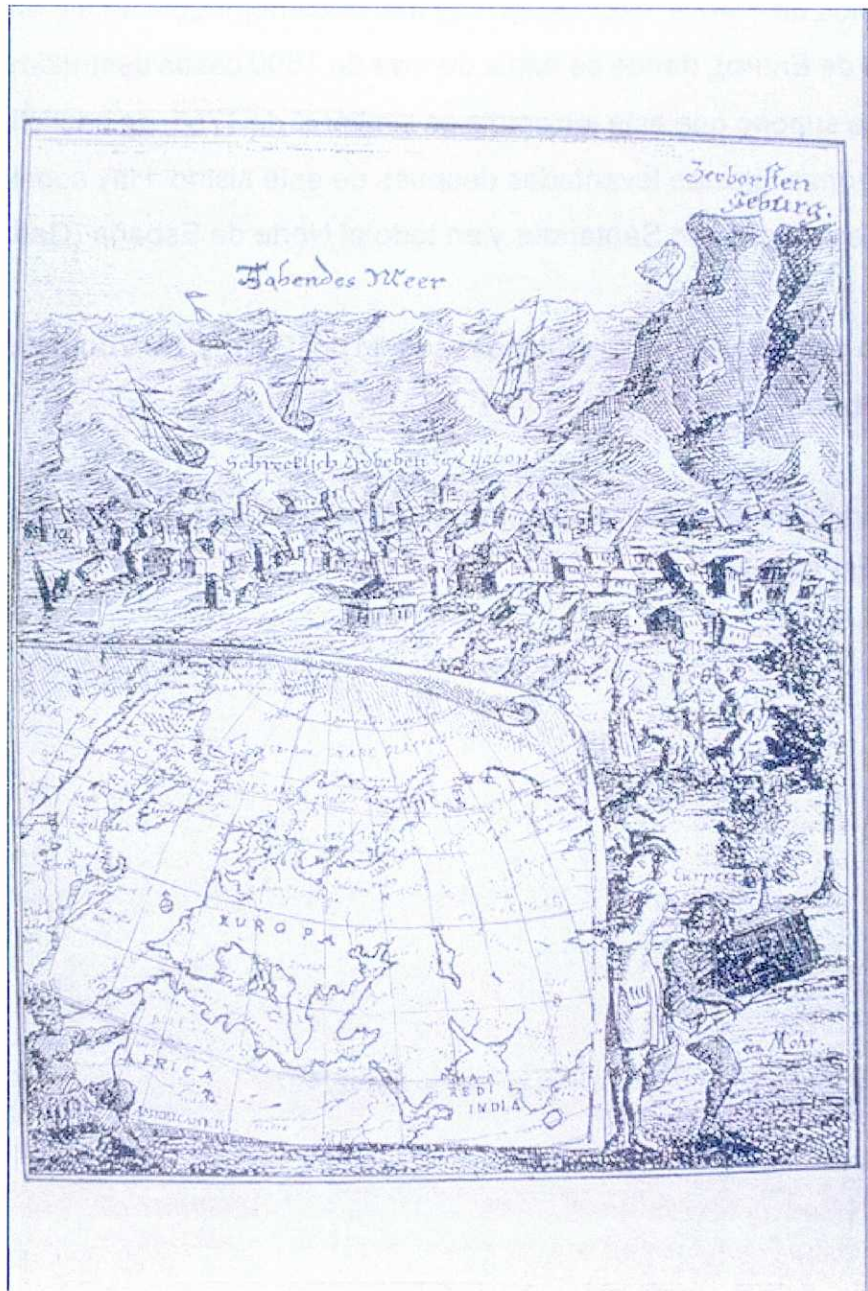


Figura 6.3. Imagen histórica del terremoto de Lisboa

El 1 de noviembre de 1755, hacia las 9 h. 45 m. Se produce un gran terremoto que destruirá la práctica totalidad de la ciudad de Lisboa. Se ha estimado una magnitud El Terremoto de Lisboa de 1 de Noviembre de 1755, llegó a tener una magnitud estimada de 8.90 (**Martínez Solares** et al) y es uno de los grandes terremotos históricos sentidos de los que tenemos constancia. La importancia de este sismo no es sólo por los devastadores efectos ocasionados en el vecino país, sino que fue sentido en la práctica totalidad de Europa, incluso en la costa Este americana, siendo el responsable aún hoy en día del terremoto más grande recordado en muchas regiones europeas. Históricamente es comparable al ocurrido el 26 de enero de 1531, aunque éste presenta una zona macrosísmica más extensa.

Independientemente de la importancia del sismo en sí, el terremoto de Lisboa supone un hito fundamental en la historia de la sismología. En efecto, el terremoto se produce en plena Ilustración, surgiendo el interés repentino por la ciencia sismológica, hasta el punto que podemos afirmar que ésta nace con dicho terremoto. También a partir de este momento, se comenzarán a redactar catálogos sísmicos, como los de **Perrey**, que serán fundamentales para el estudio sismológico del siglo XIX.

Existen numerosos escritos analizando este sismo, algunos de los cuales se citan en la bibliografía, describiendo daños en Portugal y en la parte sur de España. Así se han detectando cambios en nivel de aguas y enturbiamientos hasta mas de 1200 km del epicentro, produciéndose seiches –olas en lagos y estanques- hasta en lagos de Escocia. Se produjeron también cambios en el terreno, con aparición de grietas y deslizamientos de tierra en gran parte del territorio nacional, incluso con cráteres de arena, típicos de fenómenos de licuefacción, en zonas de Huelva y Cádiz.

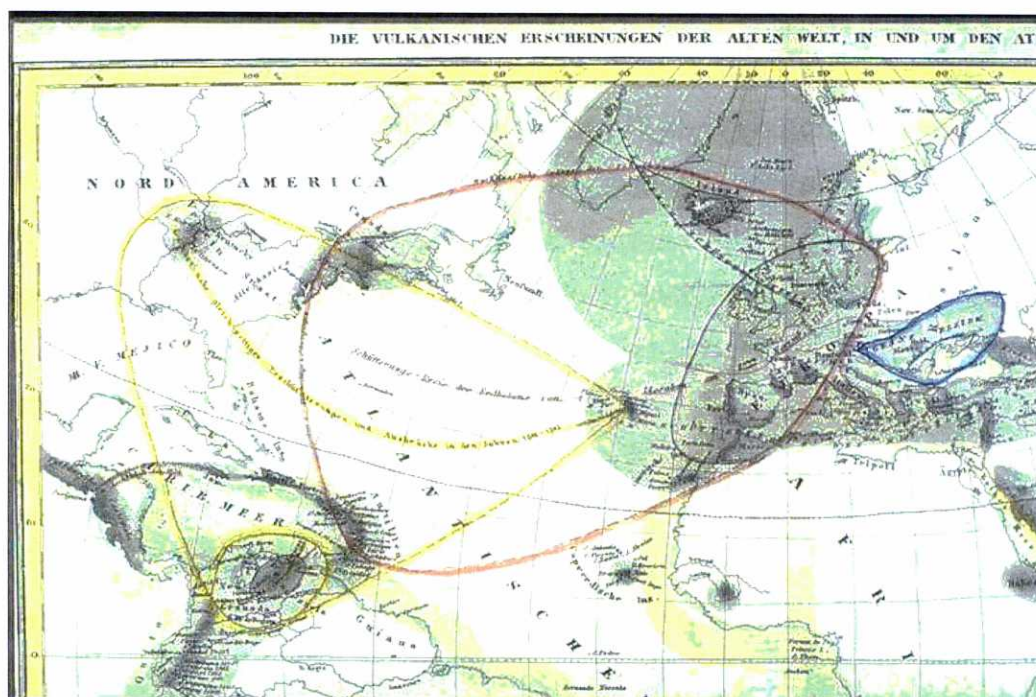


Figura 6.4. Efectos del terremoto de Lisboa.

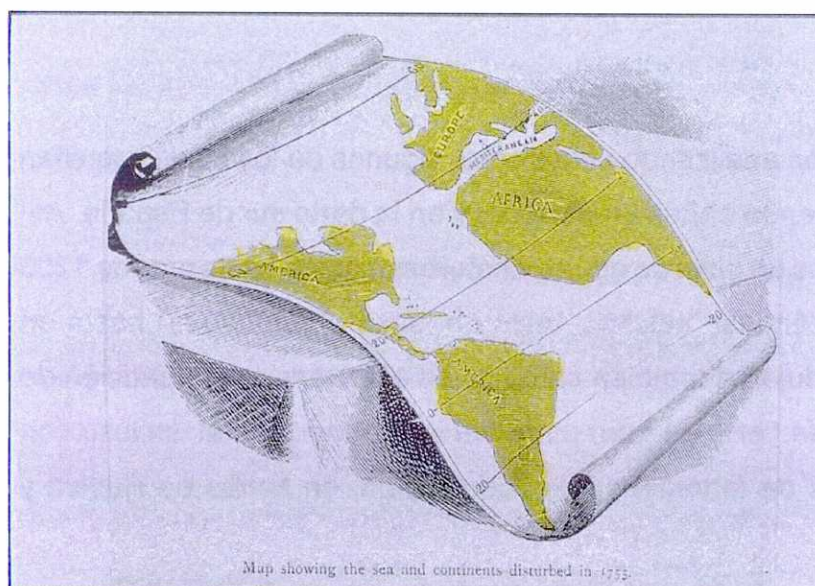


Figura 6.5. Efectos del Tsunami

Uno de los efectos característicos de este terremoto fue el tsunami posterior, que arrasó parte de la costa atlántica de la Península y Norte de Africa, sólo en Ayamonte (Huelva), hubo más de 1000 ahogados y otros tantos desaparecidos.

En cuanto a los parámetros focales de este sismo, se suelen establecer en una

localización del epicentro aproximada de 37° Norte y –10° Oeste (**Udias et al, 1976**).

Dentro de nuestra metodología, este sismo está dentro de los que denominamos exógenos, claramente fuera del territorio gallego pero que sus efectos son sentidos en nuestra geografía. De hecho éste es el más grande de los sismos Atlánticos con epicentro frente a las costas portuguesas, que se han sentido en Galicia, sobre todo en la costa sur –latitudes inferiores a Vigo–.

Dada la lejanía de este sismo no parece lógico incluirlo en el catálogo gallego de sismos, aunque sí se debe destinar un apartado especial en analizar sus efectos. Sin embargo tampoco hemos considerado conveniente abrir una investigación sobre los mismos en este momento, por apartarse de los objetivos de trabajo que nos hemos impuesto, aunque es una línea de investigación abierta. De hecho tenemos constancia de que se están realizando estudios sobre este particular, como los de **Rodríguez de la Torre**, que ayudarán a comprender mejor estos efectos.

Se incluyen dos mapas macrosísmicos, el primero es atribuible a **Martínez Solares et al (1979)**, sobre la base del informe existente de la Real Academia de la Historia Española, que realizó en 1757 una minuciosa descripción de los daños causados por este sismo en más de 1000 localidades españolas.

En estos mapas podemos ver que el grado de intensidad fue de V para la práctica totalidad del territorio gallego excepto una intensidad de VI para la costa de Pontevedra y sur de Orense. Estas intensidades se corresponden como uno de los mayores terremotos sentidos en muchas de estas zonas, como veremos posteriormente.

Tenemos referencias de hablan de daños, pero sin el debido contraste de noticias, lo que no aconseja tomar otro tipo de conclusiones:

"Desde el 1º de noviembre hasta el 17 se sintieron casi de continuo muchos terremotos en toda la costa de Andalucía, desde Gibraltar hasta Portugal, en unos parages más fuertes que en otros, y causaron muchos estragos en los edificios dejándolo casi del todo arruinados. Muchas personas quedaron consternadas y se salían corriendo de las poblaciones: los que estaban en el campo padecía con los vaivenes de la tierra unos vahídos que no se podían tener en pie. La mar subía en cada cuarto de hora seis pies y ocho pulgadas, y después bajaba tanto que los barcos y los peces quedaban en seco...Cádiz estuvo a pique de ser sumergida. En La Coruña todos los edificios... En Córdoba el 27 del mismo mes se sintió muy fuerte..." (Mariana, P, 1822; Sabán y Blancos, J., 1822. Recogido por Pilar Gentil, 1989.

Galbis recoge la siguiente nota (nº 274):

"1755, 16 de Noviembre.- A las 15 h. 30 m. Se sintió en La Coruña y Santiago de Compostela un temblor de tierra que causó algunos daños y flujo y reflujo del mar. Se sintieron también los efectos en Lisboa, sobre todo en el mar."

Descripción también recogida por **Moreira de Mendoça** y por **Perrey**.

Sin embargo nunca se ha recogido en los diversos catálogos este posible terremoto. Mas bien debemos ligarlo al de Lisboa, puede que se trate incluso de un error de transcripción, al entender 16 en vez de 1º, por los hechos que se describen, sobre todo por el "flujo y reflujo de mar", sino no es del propio terremoto de Lisboa es de una de sus numerosas réplicas en los meses siguientes.

El propio **Galbis** recoge otra réplica el 22-11-1755, en su seísmo número 280:

"22 de Noviembre.- Se notaron oscilaciones sísmicas en la Isla de Madera, Vigo, Pontevedra y Lisboa." Comp. Ren. de la A. de Sci. de París.

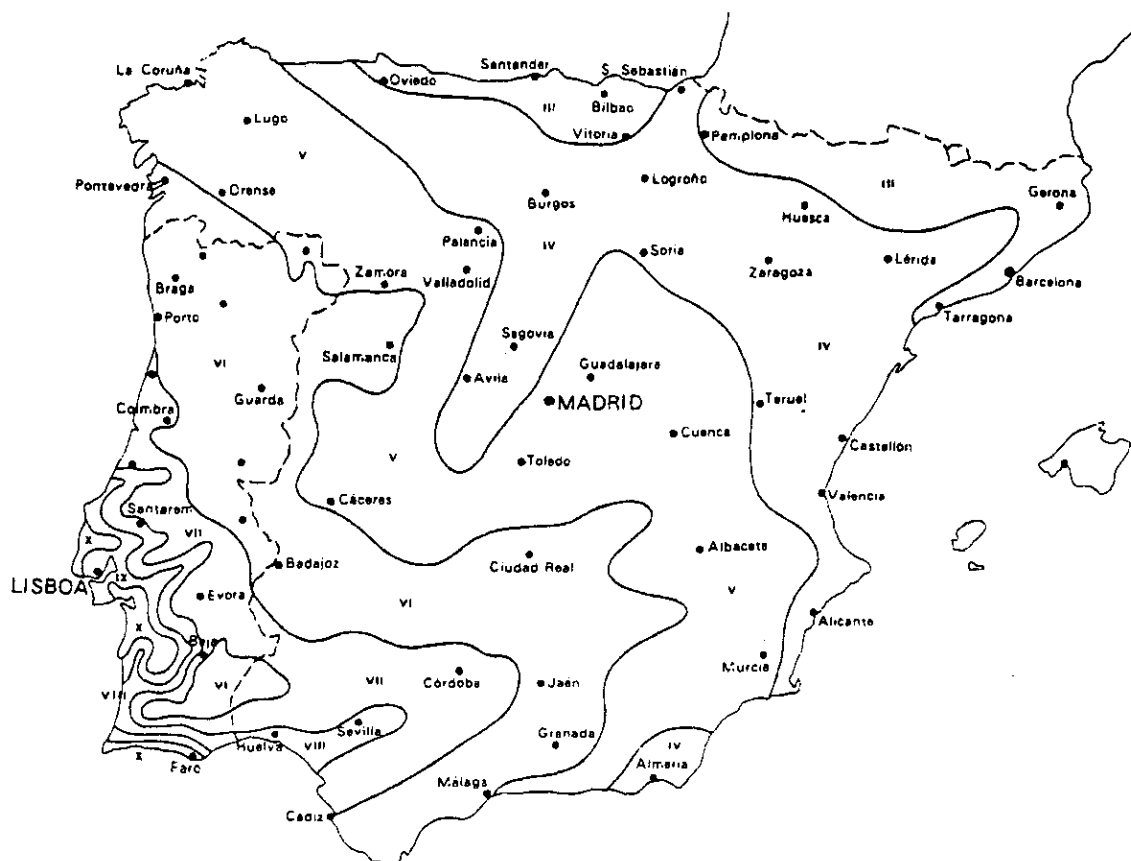


Figura 6.6. Mapa Macrosísmico del Terremoto de Lisboa 1755 (Martínez Morales et al)

OTROS SISMOS POSTERIORES AL DE LISBOA EN EL SIGLO XVIII.

Ya en 1761, el 31 de marzo, hay otro sismo de foco Atlántico, demasiado lejano en el tiempo como para poder considerarlo una réplica del de 1755. Se cataloga como ocurrido al W de la Península. **Galbis** narra los siguientes hechos de este sismo en Galicia (sismo nº 329):

“En el cabo Finisterre el mar se alborotó y vario mucho de nivel, haciendo creer a los barcos que tocaban algún escollo.”

El sismo es recogido también por **Perrey** y por **Navarro-Neumann**.

El área macrosísmica es muy grande, sintiéndose en Madrid, Francia, Amsterdam, Azores, Canarias y muy fuerte en Lisboa y Oporto.

Cabe la pena hacer notar que numerosos autores recogen un gran sismo en Lisboa el 1 de noviembre de 1775. Se trata evidentemente de un error de transcripción, debido a la similitud fonética entre 1755 y 1775. Por lo tanto se deben eliminar estos sismos –que incluso **Bolt** había incluido en una antigua edición de su magnífico libro “Terremotos”-.

Perrey y **Galbis** recogen una nota sísmica el 13 de abril de 1783:

“Se sintieron en Lisboa tres fuertes sacudidas sísmicas. En Santiago de Compostela sólo una, pero violenta”.

No queda claro si se trata del mismo sismo, en todo caso no ha sido incluida en los catálogos nacionales con respecto a Santiago de Compostela, sino como ocurrido en Lisboa.

Los mismos autores recogen una breve nota sísmica el 6 de agosto de 1785:

“Se sintieron sacudidas en Payo (Coruña)”

Evidentemente no hay datos para poder asignar una posible intensidad. Se entiende que se trata de *Bayo* y no de *Payo*, pueblo de la provincia de A Coruña.

También en 1787, el 17 de julio, incluyen una nota sísmica sobre un terremoto sentido en Braga, aunque no se citan efectos en otras poblaciones.

TERREMOTOS EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX)

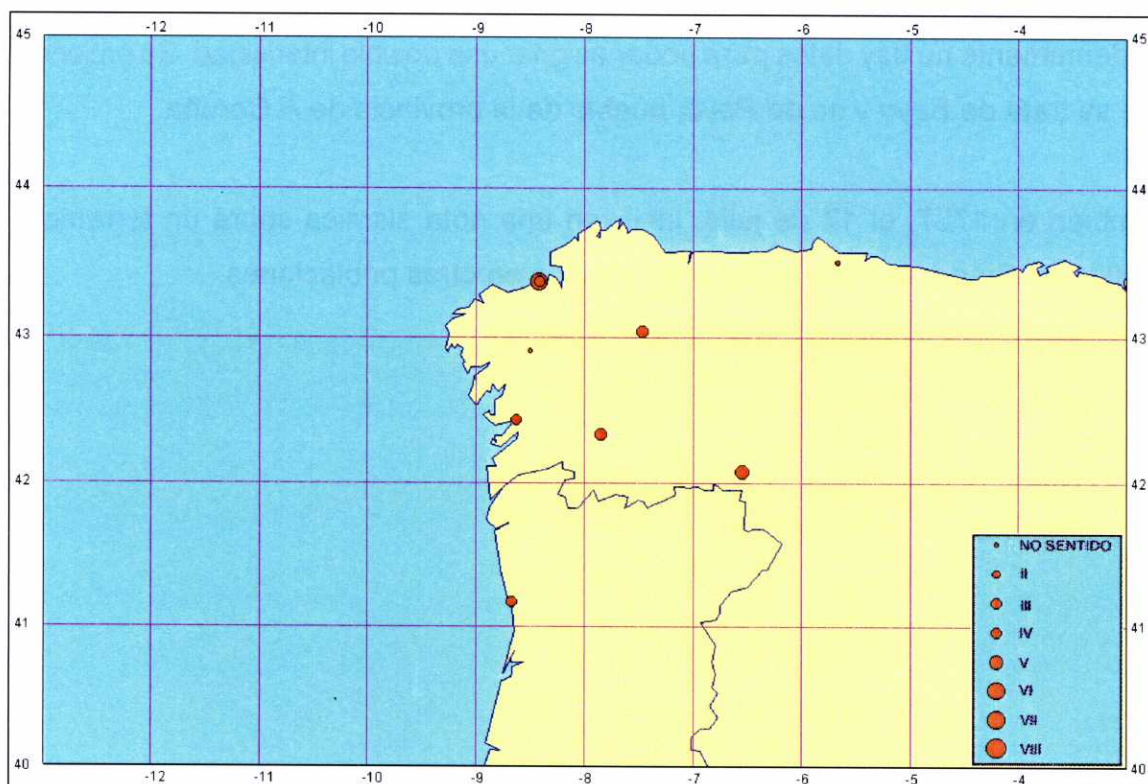


Figura 6.7. Terremotos gallegos en la primera mitad del siglo XIX

Como ya hemos indicado, no es posible analizar una serie de hechos determinados acontecidos a lo largo del siglo XIX, sin tener en cuenta las importantes vicisitudes políticas y sociales que acontecen en gran parte de este siglo. En el apartado destinado al análisis de la prensa ya señalábamos varios períodos de tiempo, en los cuales se puede dividir este siglo. Eran:

- **Guerra de la Independencia (1808-1833).** Donde se producirá la invasión francesa, la Guerra de la Independencia, la libertad de prensa de la Constitución de Cádiz, períodos absolutistas de Fernando VII, seguidos por períodos liberales, etc.

- **Período Isabelino (1833-1868).** Período relativamente tranquilo, con gran profusión de prensa local, de carácter mas bien divulgativo, donde se van fraguando las ideas contrapuestas de liberales y conservadores.
- **Sexenio Revolucionario (1868-1874).** En escasos seis años se produce la Revolución de 1868, la Constitución de 1869, el asesinato de Prim, Amadeo de Saboya, la Primera República, la Sublevación Cantonista, el golpe de Pavía o la Guerra Carlista.
- **La Restauración (1875-1923).** El restablecimiento de la monarquía y la alternancia pacífica en el poder de los partidos liberales y conservadores, darán una estabilidad política, salpicada por la pérdida de las colonias de Cuba o Filipinas y con la Guerra de Marruecos.

Si analizamos los años en los que surgen con continuidad los principales periódicos gallegos:

- Faro de Vigo: 1853
- El Correo Gallego: 1878
- La Voz de Galicia: 1882

Vemos que, salvo el *Faro de Vigo*, aparecido en pleno Período Isabelino, *tanto El Correo Gallego* como *La Voz de Galicia* nacen en plena Restauración.

Esto no quiere decir que no exista prensa escrita en esta época, todo lo contrario, en el apartado dedicado al análisis de la prensa gallega, indicábamos más de 2.920 cabeceras surgidas o relacionada con Galicia. Evidentemente serán diarios de corta tirada y con una vida efímera, incluso con claras discontinuidades temporales.

De hecho, el primer periódico gallego nace el 1 de mayo de 1800, será *El Catón Compostelano*, aunque el verdadero auge de la prensa local vendrá a partir de la invasión francesa, canalizado una parte importante del sentimiento nacionalista.

Dada esta situación de la prensa, compleja de seguir, debido a los huecos importantes existentes en las pocas hemerotecas que contienen algunos números de estos periódicos, hace que el seguimiento de las noticias sísmicas, por lo menos hasta mediados del siglo XIX se haga a partir de la prensa de Madrid, donde se editan cabeceras de forma continuada, como *La Gaceta de Madrid*, de carácter prácticamente oficial, procediendo a recurrir a la búsqueda de prensa local sabiendo de antemano ya un determinado sismo acontecido. Evidentemente este hecho implicará que existirán varios sismos sin catalogar, totalmente inéditos, para cuyo descubrimiento será necesario recurrir a una lectura pormenorizada, mediante métodos extensivistas, que permitan aumentar nuestro conocimiento. Sin embargo esta labor, sin duda necesaria, queda fuera en este momento de nuestros objetivos de trabajo, recurriendo en éste período a métodos intensivistas y para determinados sismos.

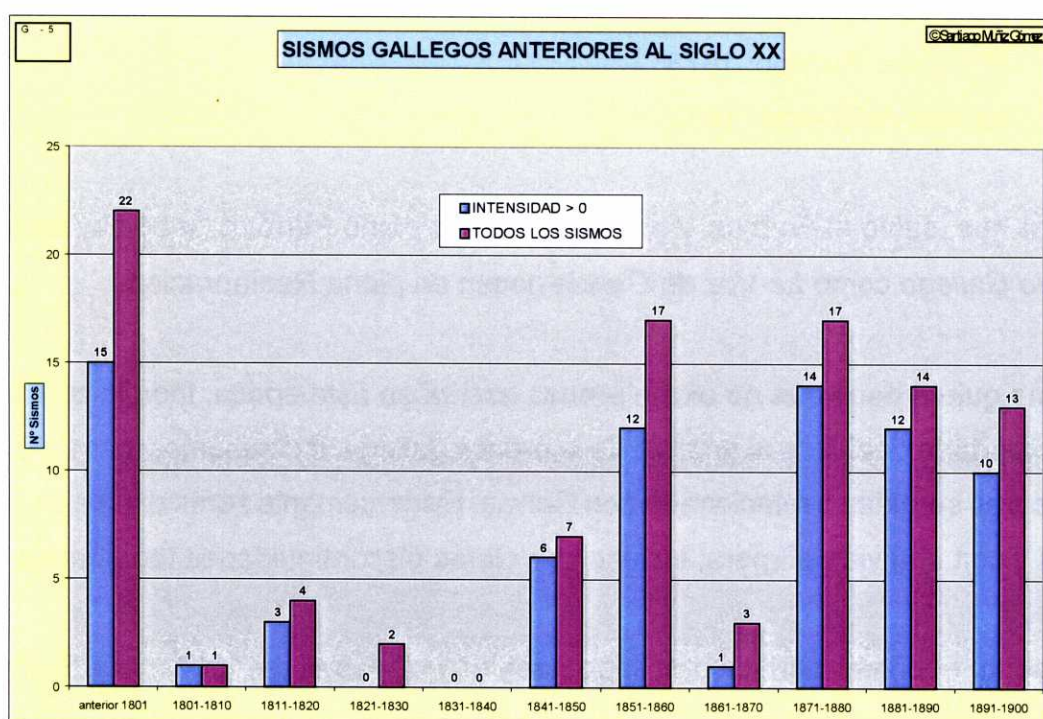


Figura 6.8. Sismos gallego en el siglo XIX.

En la figura 8 se puede ver el claro “vacío” sísmico existente en esta primera mitad

del siglo XIX.

Por ello hemos preferido separar esta primera mitad del siglo XIX del resto del estudio sísmico, ya que damos por supuesto que los vacíos en la prensa nacional sobre eventos telúricos deben ser considerables, teniendo un conocimiento de los mismos más parecido a la segunda mitad del siglo XVIII que a la segunda del XIX.

En general no hay noticias de fuertes sismos acontecidos en estos 50 años en Galicia, aunque nos encontramos con una serie sísmica en Orense, con temblores en 1816, 1817 y 1818, todos ellos con una intensidad estimada no superior a IV.

En 1829 ocurre el terremoto de la Vega del Segura (21 de marzo), que ocasionará graves daños en la comarca, sobre todo en Torrevieja

También en este año habrá un temblor de intensidad V en Puebla de Sanabria, también sentido en Ponferrada.

Mención aparte merece el terremoto acontecido en A Coruña el 18 de abril de 1844, hacia las tres de la tarde. Fue sentido también con fuerza en Lugo y en Orense, de donde se indica que el Miño “parecía en ebullición”, causó pánico, por lo que tiene asignada una intensidad de VI. El hecho de que en A Coruña la vibración se sintiera de Sur a Norte, al contrario que en Orense, donde se sintió de Norte a Sur, hace pensar en un epicentro intermedio, si bien no se tienen datos en este momento para poder determinarlo. En todo caso el área de percepción fue amplia, abarcando gran parte de Galicia.

No se han encontrado referencias de los terremotos de Pontevedra ocurridos en junio y octubre de 1849.

TERREMOTOS EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX)

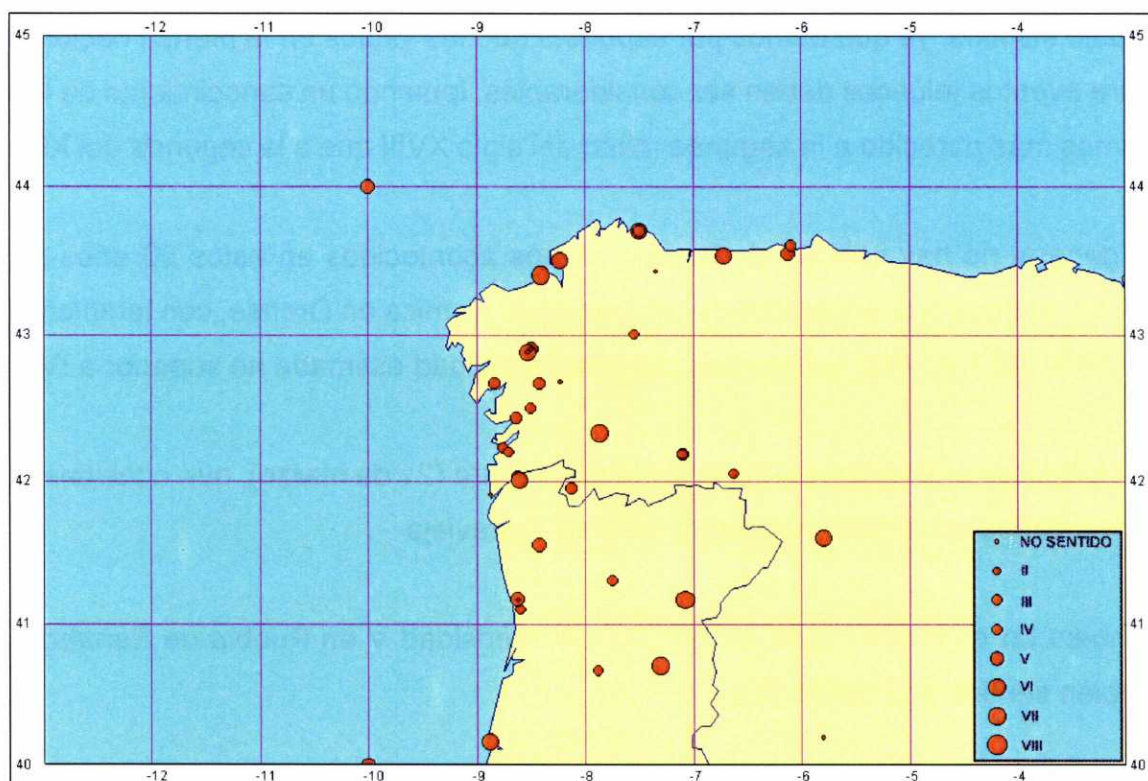


Figura 6.9. Terremotos gallegos en la segunda mitad del siglo XIX

Como hemos indicado, El Faro de Vigo será el primero en nacer de los periódicos analizados, aunque no lo hará de forma diaria hasta algunas décadas después. Tendremos que esperar a finales de la década de 1870 para que aparezcan El Correo Gallego (1878) y La Voz de Galicia (1882). En este momento tendremos tres periódicos de carácter globalista, con sección fija destinada a Galicia y que se convertirán en la prensa más representativa de nuestra Comunidad, eso sí, cada uno con una personalidad característica.

Este período quedará marcado por el terremoto de Arenas de Mar el 25 de Diciembre de 1884, sin duda uno de los desastres sísmicos más importantes de la historia sismológica española y que, al igual que el terremoto de Lisboa de 1755, hará avanzar de forma considerable la ciencia sísmica de nuestro país y de parte de

Europa, ya que trabajaron sobre el terreno personajes históricos de la sismología, como **Mercalli**, **Taramellie** o **Montessus de Ballore**. Será a partir de este momento cuando se inicien los trámites para la colocación de estaciones sismográficas. Los datos oficiales hablan de más de 690 muertos y 1426 heridos, con más de 17.000 edificios afectados.

DÉCADA 1851-1860

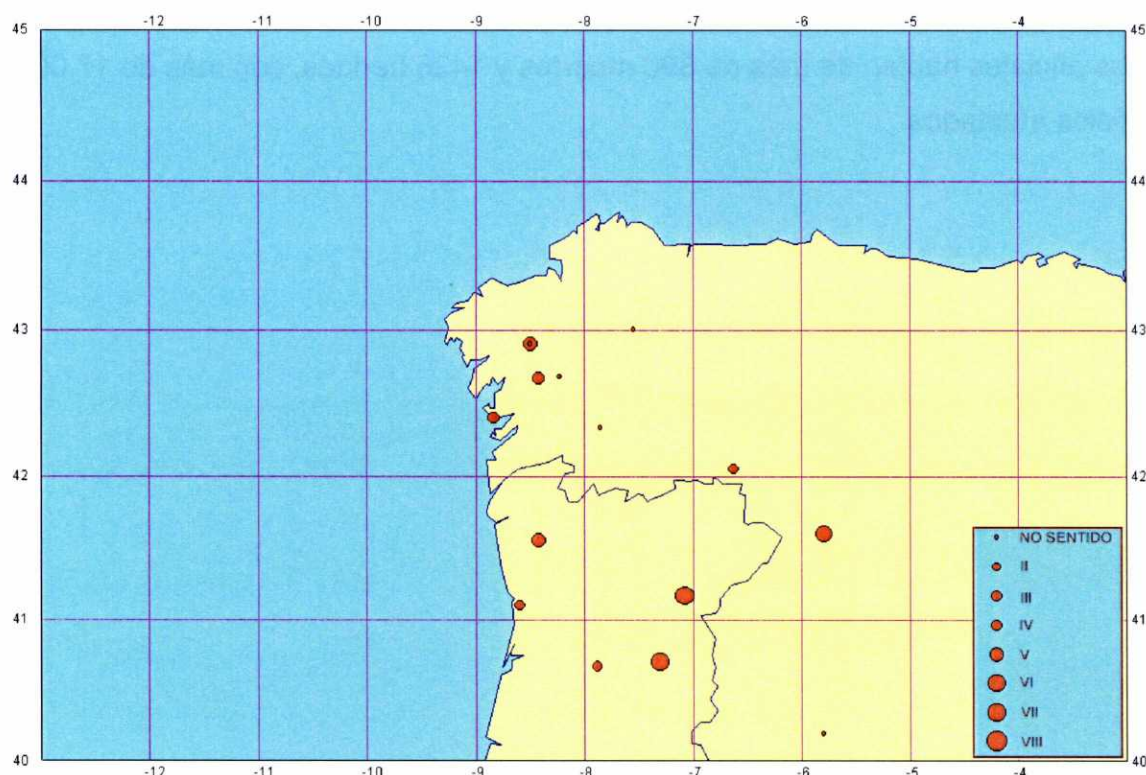


Figura 6.10. Terremotos gallegos entre 1851-1860.

El primer sismo registrado de esta década es de Lugo de 30 de octubre de 1851. Aparece catalogado oficialmente en Lugo, sin embargo, **Galbis** habla de Galicia en general, al igual que **Perrey**. Tampoco en la prensa lucense se han encontrado datos de este sismo, por lo que se corrige el catálogo situándolo genéricamente en Galicia.

No se tienen noticias de posibles efectos del terremoto de Zamora de 29 de agosto de 1853, a pesar de su intensidad VI.

Se corrige tanto la localización como la toponimia del sismo del 29/08/1853, catalogado oficialmente como ARRA DE SANGENJO, o simplemente ARRA. En

efecto, Arra es un núcleo de población del municipio de Sanxenxo, en la provincia de Pontevedra, por lo que se cambia la toponimia a SANXENXO. Las coordenadas tampoco se corresponden con Sanxenxo, estando situadas en la Ría de Arosa, más al Norte, por lo que se corrige igualmente este aspecto.

La noticia aparece en la prensa de Madrid, habiendo sido recuperada por **Rodríguez de la Torre**, merece algún comentario:

"TEMBLOR DE TIERRA: Escriben de Arra (Pontevedra) con fecha del 8: "Anteayer entre nueve y diez de la mañana se sintió en estas inmediaciones un temblor de tierra, cuya duración fue como de unos doce a catorce segundos, en dirección de O. A E., cual no he visto otro en este país, sin embargo de que raro es el año que no se deje sentir alguno." (La Esperanza, La España, El Heraldo –Madrid 14-10-1853)"

Vemos que, aunque no tengamos noticia de sismos en años anteriores en la zona de Pontevedra, sí que son fenómenos más o menos frecuentes. Parece dejarse claro que este sismo ha sido mayor que otros sentidos con anterioridad.

El sismo de Silleda (15-10-1854) no está catalogado, sin embargo lo recoge **Perrey** (1857), recuperándolo con posterioridad **Rodríguez de la Torre**. Estos autores hablan de "Campomarzo", que se supone perteneciente a la parroquia de Abades, en Silleda, en esta población se sitúa.

No tenemos constancia que se sintiera en Galicia el terremoto de 5/7/1856 de Braga, aunque, al haberse sentido en Valença do Minho (Portugal), es de suponer que se sintiera en Tuy, localidad muy cercana. Se aporta mapa sísmico sobre la base del realizado por **Rodríguez de la Torre**.

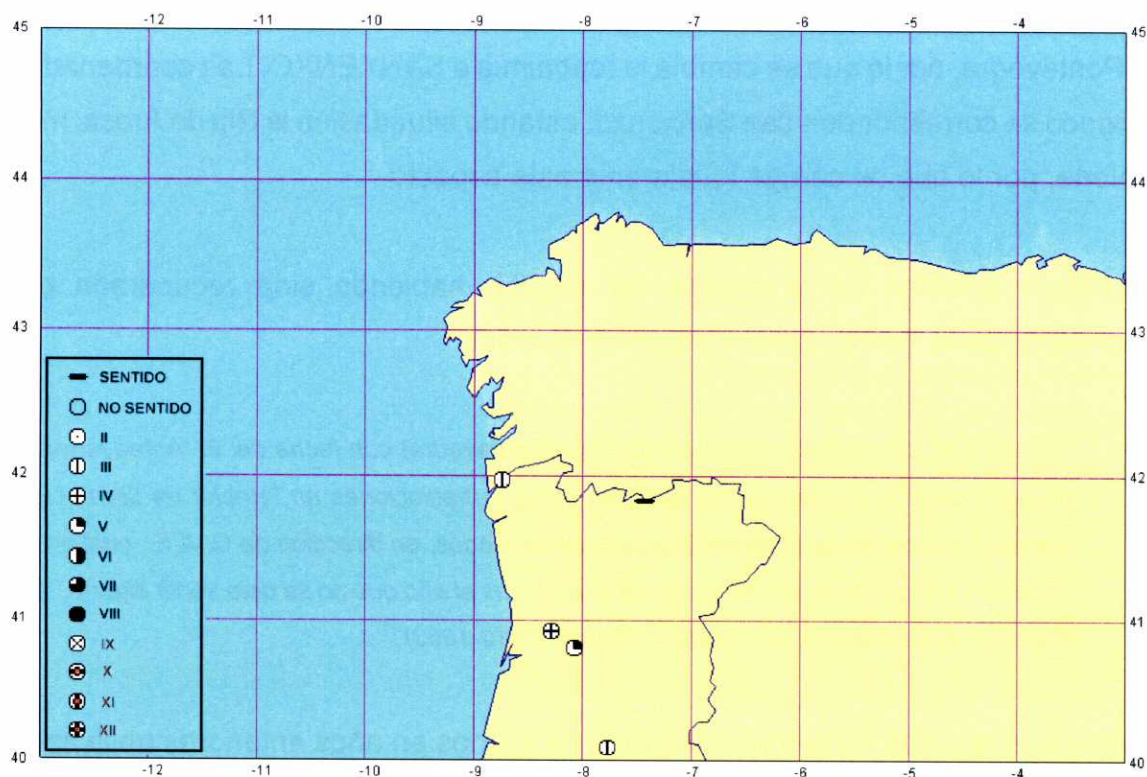


Figura 6.11. Mapa de Intensidad de terremoto de BRAGA (5/7/1856).

El terremoto de 19/11/1857, con foco Atlántico se siente en gran parte de la costa portuguesa, llegando hasta Pontevedra. Se modifica el epicentro, de acuerdo con **Rodríguez de la Torre**. En el catálogo oficial del IGN la intensidad es de IV, sin embargo, los efectos sentidos así como los datos del catálogo portugués nos hacen pensar en una intensidad cuanto mínimo de VI. Los datos que se tienen permiten elaborar un mapa de intensidades, basado en el de **Rodríguez de La Torre**.

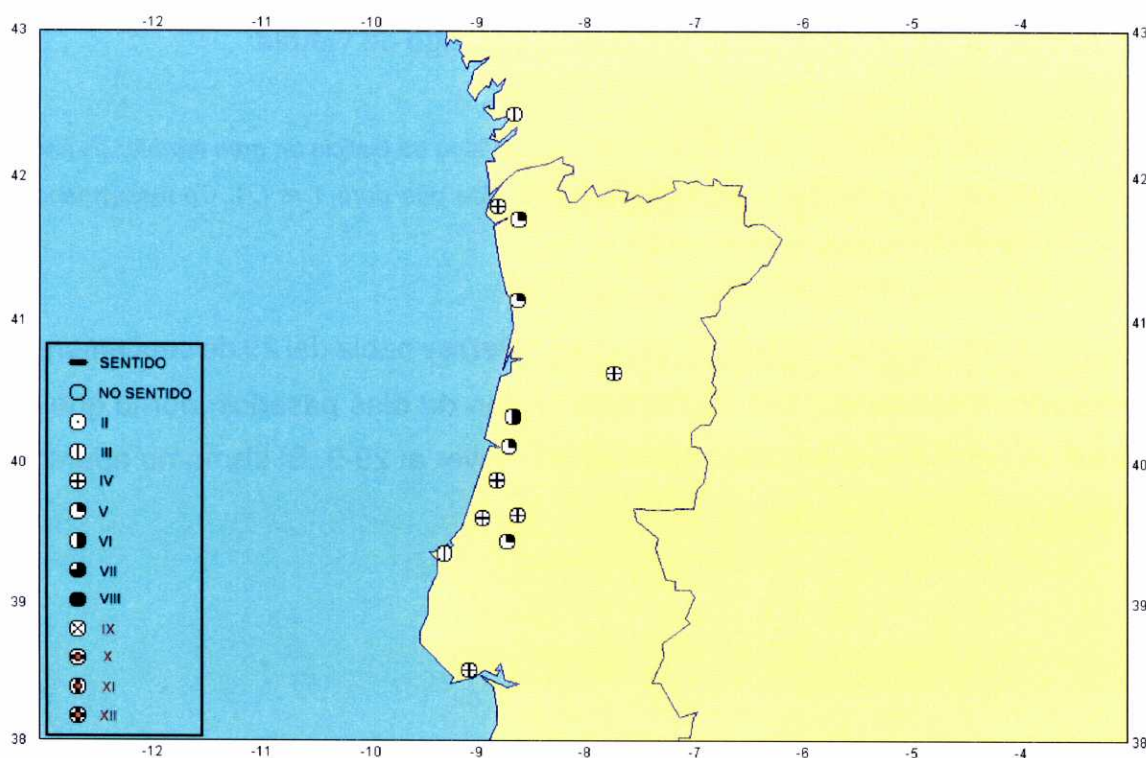


Figura 6.12. Mapa de Intensidad de terremoto ATLÁNTICO (19/11/1857).

Dos días después se produce un nuevo sismo en Oporto, también sentido en Pontevedra.

Son curiosos los dos sismos inéditos descubiertos por **Rodríguez de la Torre** en Orense, uno en junio y otro en julio de 1858. La noticia sísmica posee todos los ingredientes de indefinición que no debe poseer nunca una referencia como ésta:

“Según nos escriben de un pueblo de la provincia de Orense, ha habido allí, a últimos del mes pasado, un temblor de tierra, que se repitió el día 2 del actual con alguna intensidad, sucediéndole un huracán que no dejó de causar algunos daños en los campos.”. La Iberia, Madrid 20-7-1858.

El terremoto del 29/09/1858 en Santiago de Compostela merece también algunas líneas. En los catálogos oficiales se incluye un terremoto en Santiago de

Compostela el 10/10/1858, sobre la base del catálogo de **Galbis**:

"1 al 10 de octubre.- En esos días ocurrió en Santiago de Galicia un gran temblor de tierra acompañado de terrible ruido. La sacudida se dice que duró 1 m (¿). Correspondencia autógrafa de España, 11 de octubre."

Indicando como fuente a **Perrey**. Sin embargo **Perrey** habla del 29 de septiembre y los periódicos madrileños del 12-10-1858 hablan de días pasados, por lo que el temblor de octubre resulta falso, debiéndose mover al 29-9. El sismo no aparece reflejado en *El Faro de Vigo*.

DÉCADA 1861-1870

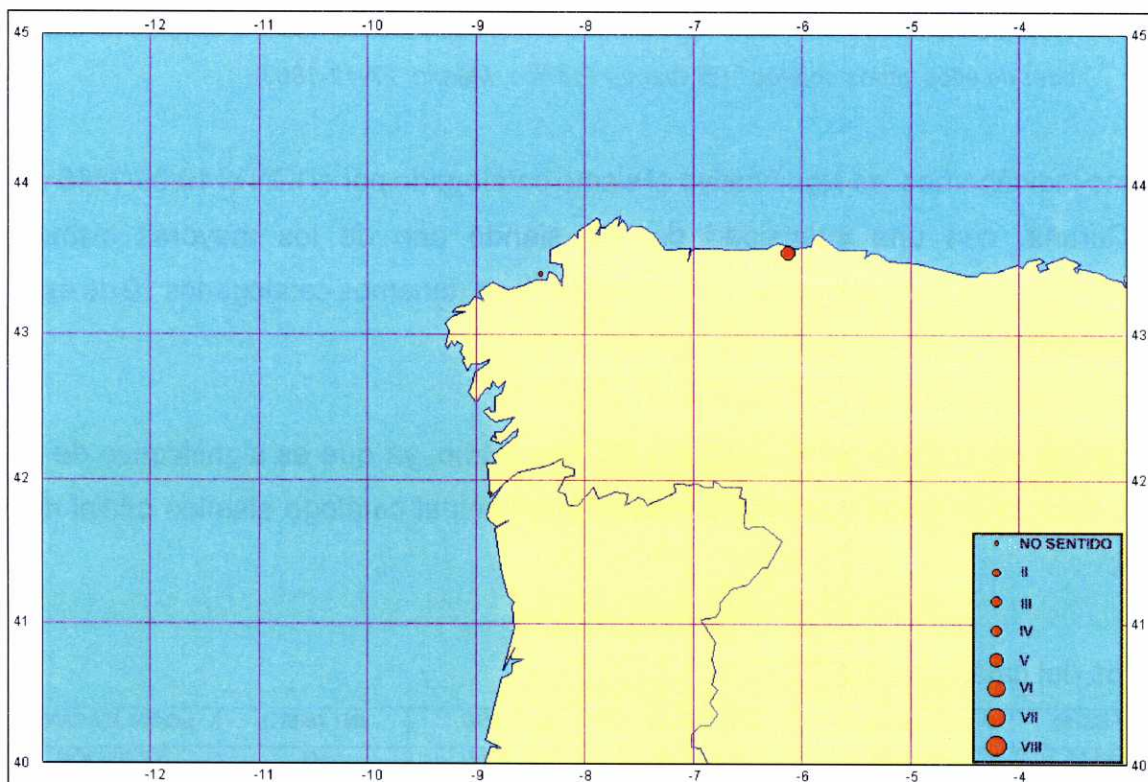


Figura 6.13. Terremotos gallegos entre 1861-1870.

Pocos temblores registrados tenemos en esta década, pero las consecuencias de uno serán significativas para la sismología histórica de Galicia.

El 10/10/1861 tiene lugar en Cudillero un sismo con intensidad V, recogido por **Perrey y Galbis** del periódico de Madrid *La Correspondencia de España*. No tenemos noticias que se llegara a sentir en Galicia.

El 12/12/1863 ocurre en Santiago de Compostela un terremoto de grado de intensidad V, no recogido por **Perrey** ni, por lo tanto, por los sucesivos catálogos oficiales. **Rodríguez de la Torre** recupera la referencia con 5 notas en la prensa madrileña:

"...sacudidas violentas, de las cuales produjo la última un movimiento de trepidación que hizo crujir las maderas y conmover los muebles de las habitaciones hasta el extremo de hacer caer de ellos varios objetos." (El Clamor Público, Madrid, 27-12-1863).

Como indicábamos, es significativo el sismo catalogado por el IGN el 10/09/1866 en A Coruña, con una intensidad de VII, siendo uno de los mayores sismos aparentemente sentidos en la Comunidad Gallega (tenemos catalogados 10 de esta intensidad).

Hagamos un análisis pormenorizado de este sismo, ya que es significativo de la metodología empleada para la confección del actual catálogo sísmico oficial del IGN:

Datos del catálogo del IGN:

FECHA	HORA	LONGITUD	LATITUD	INT (MSK)	LOCALIZACIÓN
1866-09-10	00-00-00.0	-8-24.0 W	43-24.0 N	VII	A CORUÑA

Dicho sismo se refleja en la prensa de época como:

"Ha llamando la atención de los habitantes de La Coruña un fenómeno producido sin duda por algún temblor submarino, que dio por resultado la desaparición de la antigua peña conocida por la Marola, después de haber chocado con la que lleva el nombre de las Animas, habiendo un boquete en las peñas que circuyen el Castillo de San Antón, capaz de dar entrada a una docena de quechemarines." (La Esperanza; La España; La Correspondencia de España (Madrid, 10-09-1866).

Este sismo es recogido por **Perrey** (1870), según la transcripción de *Le Moniteur*, del 13 de septiembre, con error en la segunda roca (Las Saninas en vez de Las Ánimas).

Galbis (1932) recoge la noticia de la siguiente manera:

“Los habitantes de La Coruña se han visto sorprendidos por un fenómeno, sin duda causado por un terremoto submarino. La peña La Marola ha desaparecido completamente después de haber chocado en la llamada Saninas.”

Por la errata vemos que **Galbis** toma la noticia de **Perrey**, aspecto habitual en su catálogo.

Munuera (1963) reflejará igualmente los datos de **Galbis**, introduciendo el error de la fecha (10-09-1866), que es cuando la noticia se refleja en la prensa de Madrid, no cuando ocurre el hecho. **Munuera** introduce una hipótesis de magnitud 5.4.

Johnson (1981), toma los datos anteriores, fijando un grado de intensidad de VI.

Posteriormente los catálogos oficiales tomarán el valor de intensidad de VII.

Hasta el momento no se ha podido encontrar ningún ejemplar de prensa local de comienzos de septiembre de 1866, por lo que no se pueden contrastar debidamente la noticia. *El Faro de Vigo*, único periódico existente en esa época en Galicia de los analizados, no recoge la noticia, por lo que el posible “temblor” no debió ser muy acusado. En todo caso parece claro que:

1. Los datos concretos que se dan reflejan un conocimiento bastante detallado de la costa coruñesa y el hecho de se publique simultáneamente en tres medios de Madrid hace pensar en la existencia de una crónica local, hasta el momento inédita. En efecto, estas dos piedras existen, sólo que están separadas varios kilómetros, cada una a un lado de la ría de A Coruña, por lo que no resulta posible su “choque” (ver figura). Dando por supuesto que el nombre de una de las piedras está equivocado (en la zona del Castillo de San Antón, que en esa época era una isla aneja al puerto de A Coruña, existen numerosas rocas).

2. Dando por acontecido el fenómeno, es altamente improbable que se trate de un fenómeno sísmico.
3. En todo caso la catalogación con un grado de intensidad MSK de VII parece claramente errónea y exagerada.
4. La fecha de ocurrencia es errónea, ya que se toma la de la publicación del hecho en la prensa de Madrid.

A la vista de lo anterior, al sismo no se le asigna intensidad y se cataloga como “dudoso”.

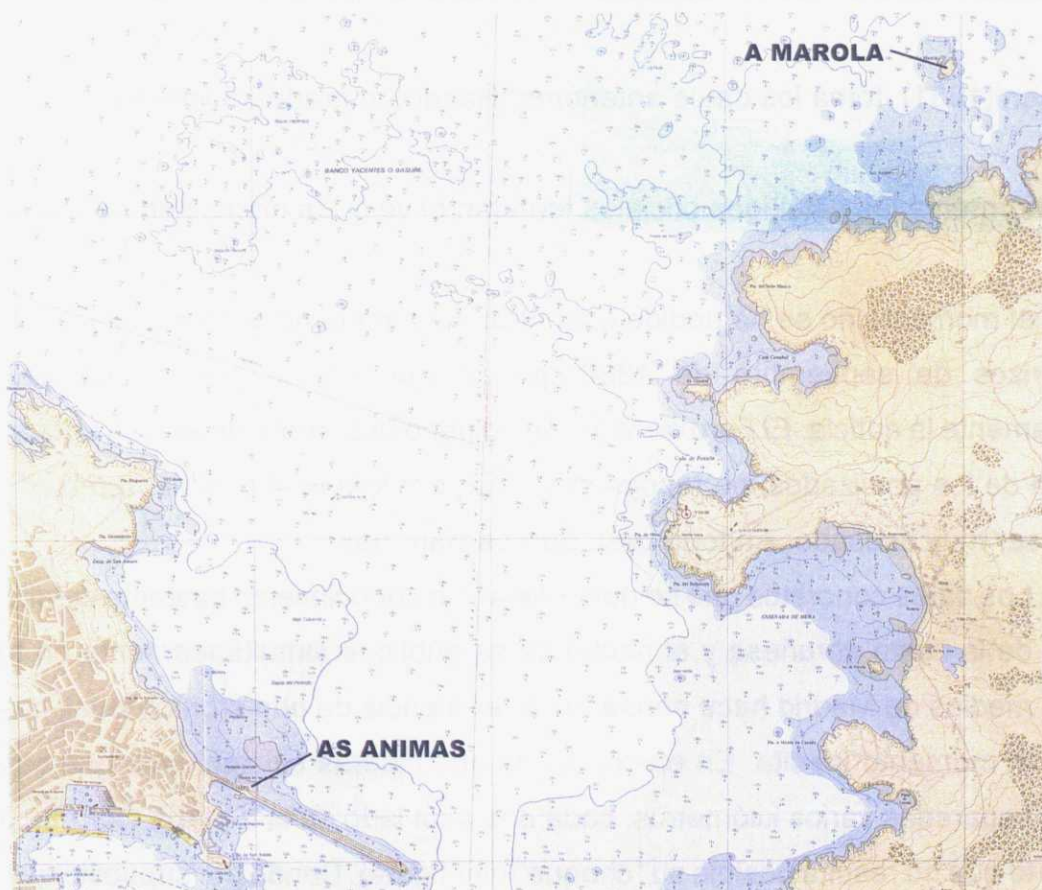


Figura 6.14. Situación de la piedra de “A Marola” y la de “As Ánimas”. Puerto de A Coruña.

La década acaba con un temblor el 30/8/1868 en A Garda (Pontevedra), recogido

por *El Imparcial* de Madrid, no catalogado y recuperado por Rodríguez de La Torre.

DECADA 1871-1880

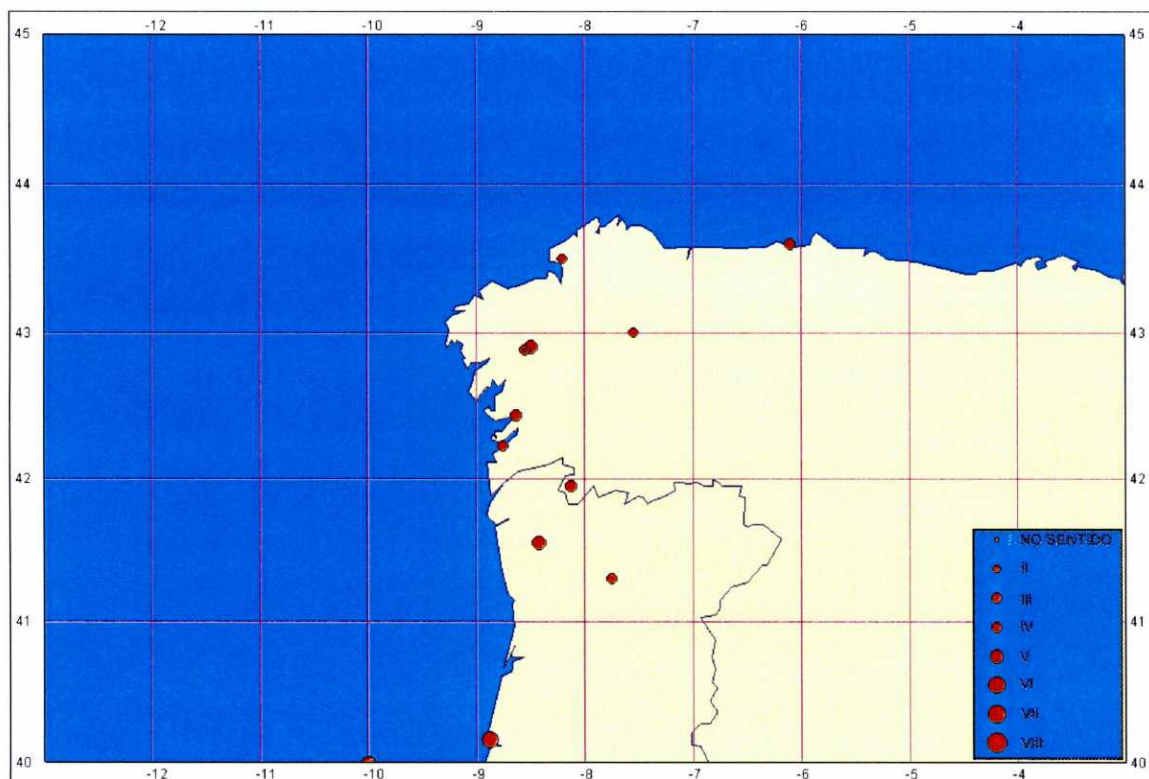


Figura 6.15. Terremotos gallegos entre 1871-1880.

El primer sismo registrado de esta década se corresponde con el de Pontevedra, ocurrido a principios de agosto de 1873. **Rodríguez de la Torre** recupera una nota de prensa de La Correspondencia de España, periódico de Madrid, donde se habla que:

"...las oscilaciones movieron los objetos y amedrentaron a muchos: pero no hubo que lamentar ningún siniestro."

El sismo no se encuentra catalogado.

Lo mismo ocurre con el terremoto de Lugo de 10/4/1874, tampoco catalogado,

recuperando el mismo autor la referencia del mismo en la prensa madrileña, en este caso mucho más imprecisa.

Si que recogen los catálogos oficiales el terremoto de Lugo de 19/4/1875, a partir de la referencia de **Galbis**, recopilada de la *Revista Minera*. Esta revista será la causante de una buena parte de errores del catálogo sísmico español. En efecto, su salida era cada 15 días y recopilaban noticias sísmicas aparecidas en esos días en la prensa de Madrid. En esta recuperación era frecuente que se confundieran fechas –tomar, por ejemplo, el miércoles pasado por el último y no por el anterior-, perdían referencias de horas, efectos, etc. Para **Galbis** será una fuente que ahorra un notable trabajo, por lo que toma estas referencias sin contrastarlas con los periódicos originales, a partir de aquí estos errores se perpetuaran en el tiempo a lo largo de los diversos catálogos oficiales.

Por ejemplo, en este caso, la *Revista Minera* (y **Galbis**), señalan:

“19 de abril. Se sintió en Lugo un sacudimiento subterráneo.”

Sin embargo, periódicos como *La Época o el Siglo Futuro* (Madrid, 28-4-1875), dan la noticia como:

“El lunes de esta semana pasada se sintió en Lugo, entre las cinco y seis de la tarde, un ligero temblor de tierra, que afortunadamente no produjo accidente lamentable.”

Vemos que se indica la hora y los efectos sentidos, por lo que es posible recuperar ésta y proponer una intensidad de III

La misma situación con la *Revista Minera* vuelve a ocurrir con el sismo del 4/9/1876, que lo sitúa escuetamente en Pontedeume y Ferrol. Sin embargo causa daños más importantes en *Santiago de Compostela*, como se refleja en *El Siglo*

Futuro o en El Popular (Madrid, 9-9-1876):

“...Con este motivo, debemos llamar la atención a la autoridad local, pues hemos notado que de la muralla de la virgen de la Cerca ha caído a la carretera dos piedras de gran peso.”

Así se recupera la hora, el grado de intensidad (V), y se modifica el epicentro.

Recuperamos el mapa de intensidades, sobre la base del de **Rodríguez de la Torre**.

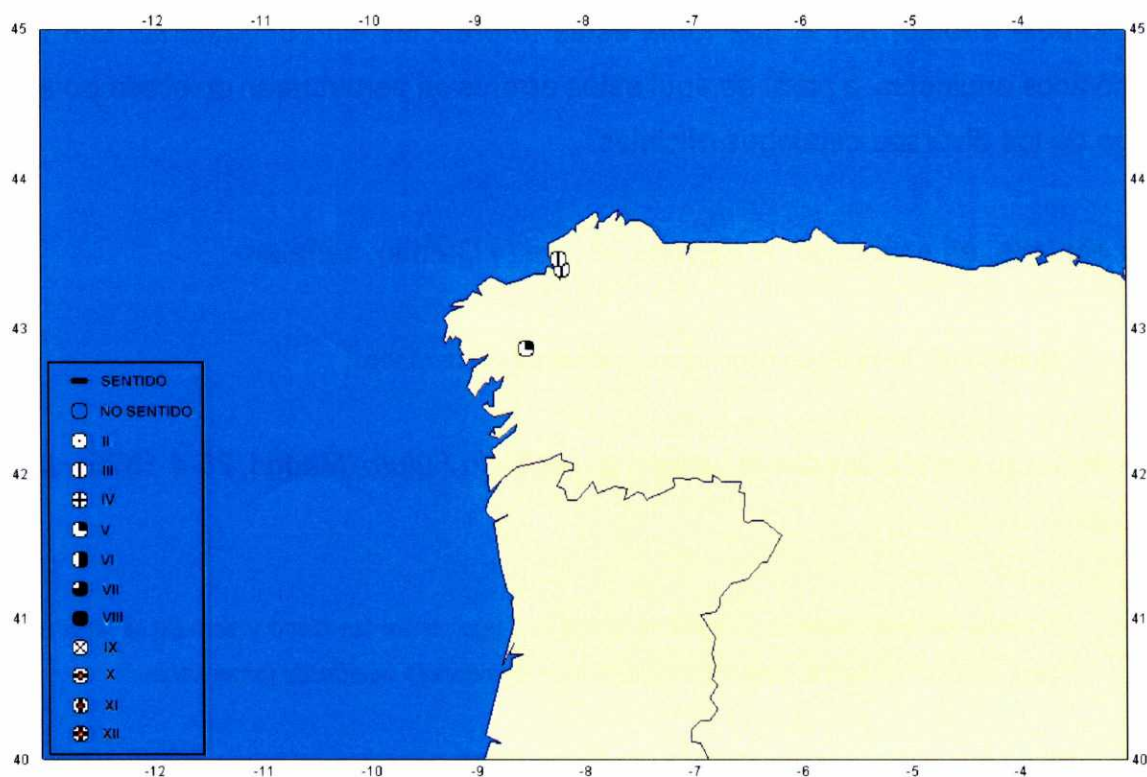


Figura 6.16. Mapa de Intensidad de terremoto SANTIAGO DE COMPOSTELA (04/09/1876).

Rodríguez de la Torre vuelve a recuperar el sismo de Ferrol de 28/05/1877, a partir de una nota de prensa de un periódico de Madrid, se le asigna una intensidad de III.

No tenemos noticias que el sismo de 10/09/1877 de Cudillero (Asturias) (en catálogo oficial no tiene intensidad, se propone un grado IV), fuera sentido en alguna parte de Galicia. No así con el ocurrido el 25/10/1877, con foco atlántico.

La *Revista Minera* volvió aquí a jugar una mala pasada a los catálogos oficiales, equivocándose en el día e indicado como fecha el 1/11/1877, sismo inexistente. Por los datos que recogen los catálogos oficiales de **Galbis**, parece un simple temblor, sin intensidad importante. Sin embargo **Rodríguez de la Torre** aporta hasta 26 textos distintos correspondientes a nueve periódicos españoles, dos portugueses y dos revistas científicas, sintiéndose en diez localidades de Portugal y cinco de España. Se incluye mapa sísmico sobre la base del de **Rodríguez de la Torre**.

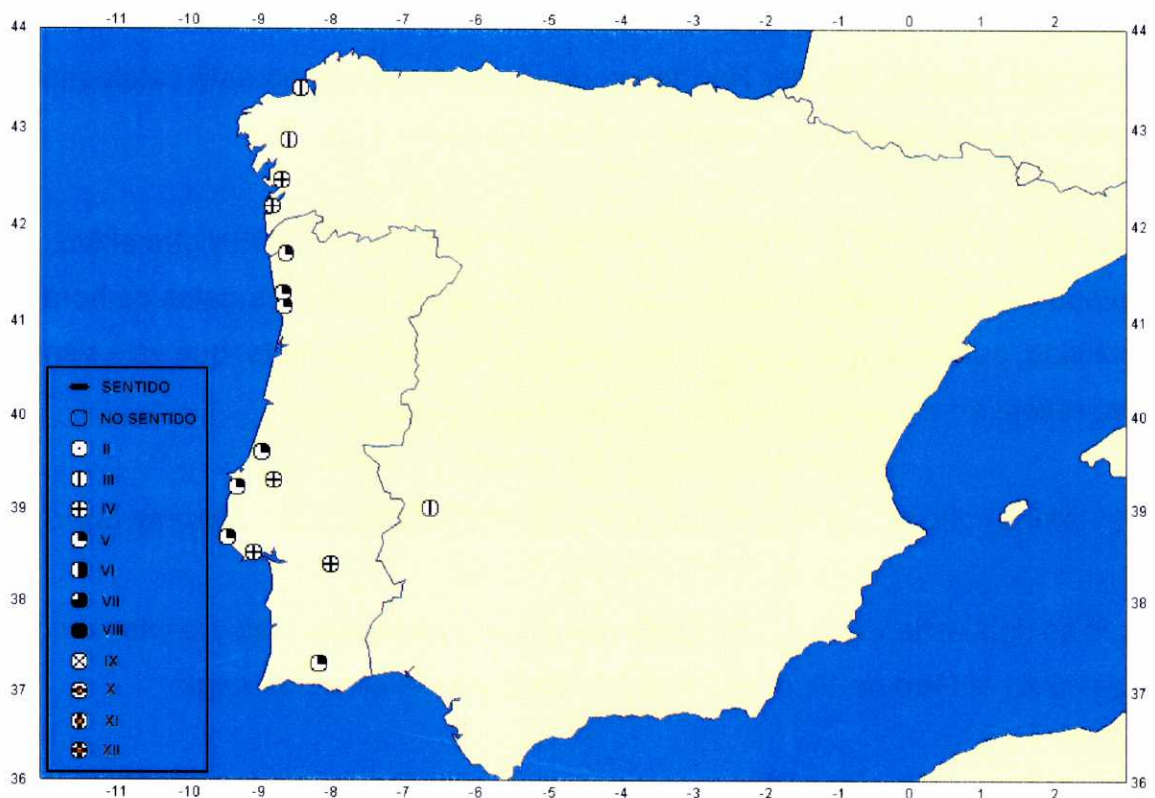


Figura 6.17. Mapa de Intensidad de terremoto ATLÁNTICO (25/10/1877).

* *

¿Quién sería aquel que observó en la mañana del jueves las tres trepidaciones de tierra fuertes, y tuvo valor para decir que la mayor duró seis segundos?

Afortunadamente, Dios tuvo compasión de nosotros y no quiso que las tales trepidaciones durasen ni la mitad de ese tiempo, pues de lo contrario, ni V. lo observara, ni el papel lo dijera, ni yo podría desmentirle.

Por lo visto V. no sabe lo que son seis segundos en esos terribles casos.

Pues súpalo.

* *

Figura 6.18. Faro de Vigo, 27-10-1877. Terremoto ATLÁNTICO (25/10/1877).

El 23/10/1877 se produce en Santiago de Compostela un pequeño temblor, recuperado nuevamente por Rodríguez de la Torre, ya que no está catalogado. Temblor similar ocurre nuevamente en dicha ciudad el 18/2/1878.

Este mismo año se sentirán dos temblores en Ferrol, uno el 27/05 y otro el 5/8, el segundo con intensidad III. En este último caso se recuperan los datos de hora e intensidad, perdidos en la transcripción de Galbis. Cabe hacer notar que este sismo no se refleja en *El Correo Gallego*, periódico editado en Ferrol.

No tenemos noticias que el terremoto de Braga de 23/6/1879 se sintiera en Galicia.

Si que se nota el de Vigo de 12/2/1880, del que se recupera la hora y la intensidad, recogido en el *Faro de Vigo*, *El Correo Gallego* y en el *Diario de Lugo*.

Es curioso el sismo recogido por *El Imparcial* de Madrid (3-3-1880), que indica:

“Los periódicos de Galicia dan cuenta de un temblor de tierra que se notó en la madrugada del 20 hacia la parte de Entrimo y Lovios, recorriendo la dirección Norte a Sur. Al día siguiente descargó una furiosa tempestad...”

Esta noticia no aparece ni en *El Correo Gallego*, ni en el *Faro de Vigo* ni tampoco en el *Diario de Lugo*, desconociéndose en que “periódicos de Galicia” se da la noticia del sismo. No está catalogado.

El 21/10/1880 ocurre un gran sismo situado en Figueira da Foz (Portugal), aunque es de foco atlántico, se asigna en esta localidad un grado de intensidad de VI. Este sismo no está catalogado, siendo recuperado por **Rodríguez de la Torre**. Resulta chocante este hecho ya que existen notas oficiales del Observatorio Meteorológico de Lisboa y cruces de telegramas entre diversos Gobiernos Civiles españoles. El citado autor recupera 43 textos originales, 16 notas de prensa, 4 notas en revistas científicas y dos referencias bibliográficas, lo cual resulta inusual para un sismo inédito.

En Galicia se siente en Vigo, Tuy y Pontevedra, con una intensidad de IV, sintiéndose en Vigo una réplica a las 24 horas. (*Faro de Vigo*, 22-10-1880).

Se aporta mapa sísmico de intensidades sobre la base del de **Rodríguez de la Torre**.

Por último, el 18/11/1880 ocurre un temblor en Ferrol, del que se recupera la hora y una hipótesis de intensidad de III gracias a **Rodríguez de la Torre**, según datos de la prensa de Madrid. El *Correo Gallego*, editado en Ferrol, no trae noticias de este sismo.

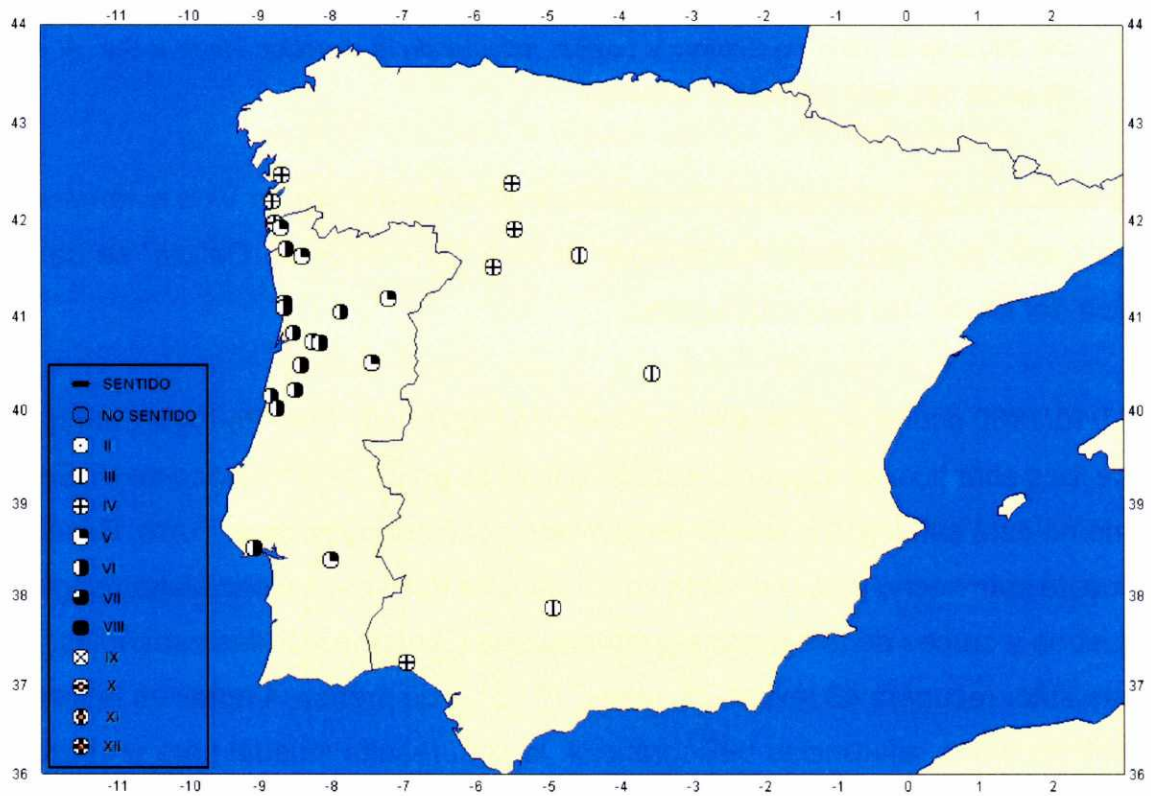


Figura 6.19. Mapa de Intensidad de terremoto FIGUEIRA DA FOZ (21/10/1880).

DÉCADA 1881-1890

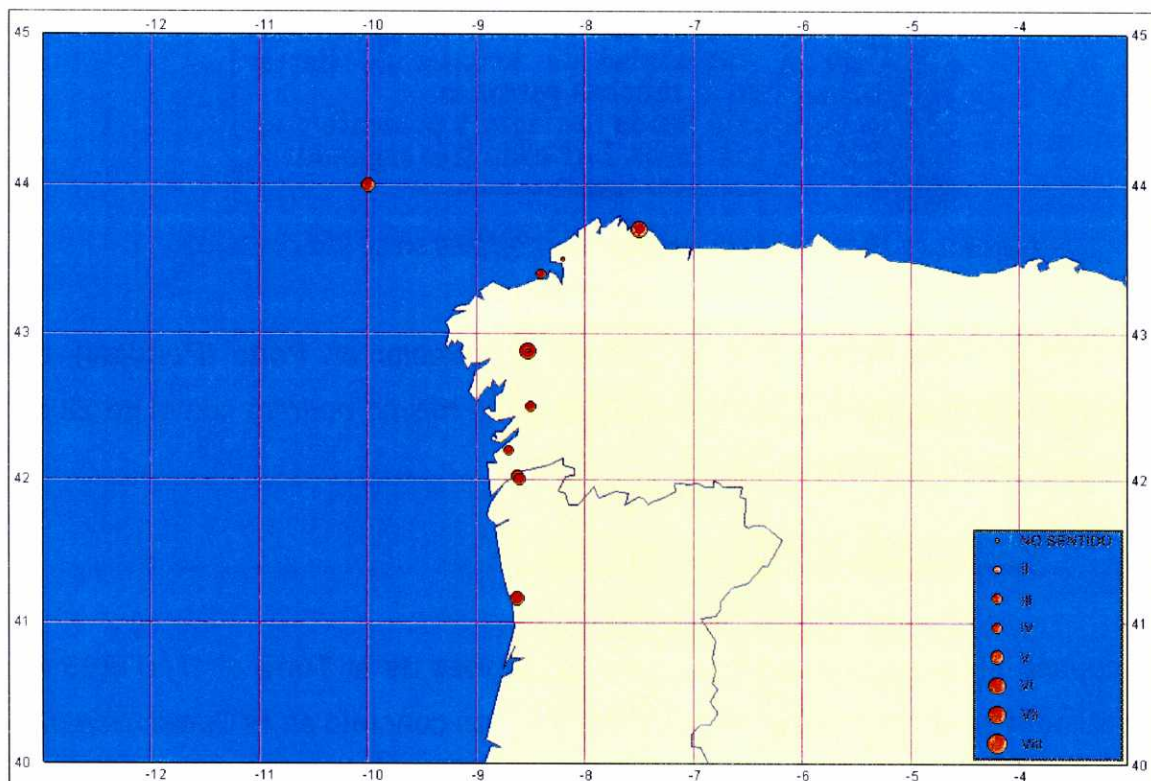


Figura 6.20. Terremotos gallegos entre 1881-1890.

El 23 de Octubre de 1882 se produce el primer sismo de esta década en Galicia. Será en Santiago de Compostela, alcanzando un grado de intensidad VI. Se trata de un sismo no catalogado, descubierto en su día por **Rodríguez de La Torre** en la prensa de Madrid. Por nuestra parte aportamos referencia desconocida hasta ahora de *La Voz de Galicia* y la nota de que el sismo se transcribe en la prensa local de Santiago en *La Gaceta de Galicia*.

El sismo alcanza un grado de intensidad VI, produciendo algunos daños en casas.

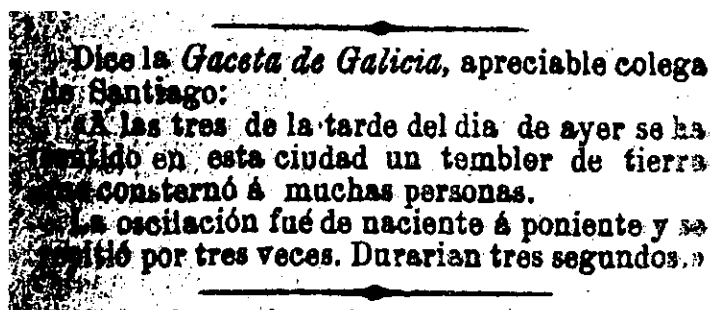


Figura 6.21. El terremoto de Santiago (23-10-1882) en *La Voz de Galicia*.

El 31 de julio del mismo año se produce un temblor en Porto (Portugal), no tenemos referencia que se sintiera en Galicia. Lo mismo ocurrirá con el de 22 de diciembre, aunque Galbis dice:

"...Se dice se sintió en Braga y en todo el Miño..."

Es curioso el fenómeno catalogado por **Rodríguez de la Torre** el 1/11/1883 en Pontevedra y publicado en la prensa madrileña, en concreto en *El Correo Español* (2-11-1883):

"...En menos de seis horas se verificaron cinco flujos y reflujos de la mar, fenómeno que no se explica; porque en el horizonte no se aparecía ni siquiera una pequeña nube y el viento era moderado..."

Puede tratarse de un tsunami en fase terminal.

El 13/2/1884 se produce otro sismo sin catalogar en A Coruña, que alcanzó un grado de intensidad IV. **Rodríguez de la Torre** encuentra referencias del mismo en la prensa madrileña. Nosotros aportamos nota de prensa inédita en *La Voz de Galicia*.

Algunas personas aseguran que á las altas horas de la noche del martes al miércoles se sintió en esta capital un temblor de tierra bastante perceptible y que algunos vecinos de la calle del Orzan abandonaron sus lechos asustados entre el peligro que pudiese sobrevenir.

Figura 6.22. El terremoto de A Coruña (13-2-1884) en La Voz de Galicia.

El 22/12/1884 se produce un sismo de foco atlántico, frente a las costas de Porto (Portugal), con amplia percepción en las costas portuguesas y gallegas, en este caso en la provincia de Pontevedra. La amplia percepción de este sismo nos permite elaborar mapa de intensidades, sobre la base del realizado por Rodríguez de la Torre.

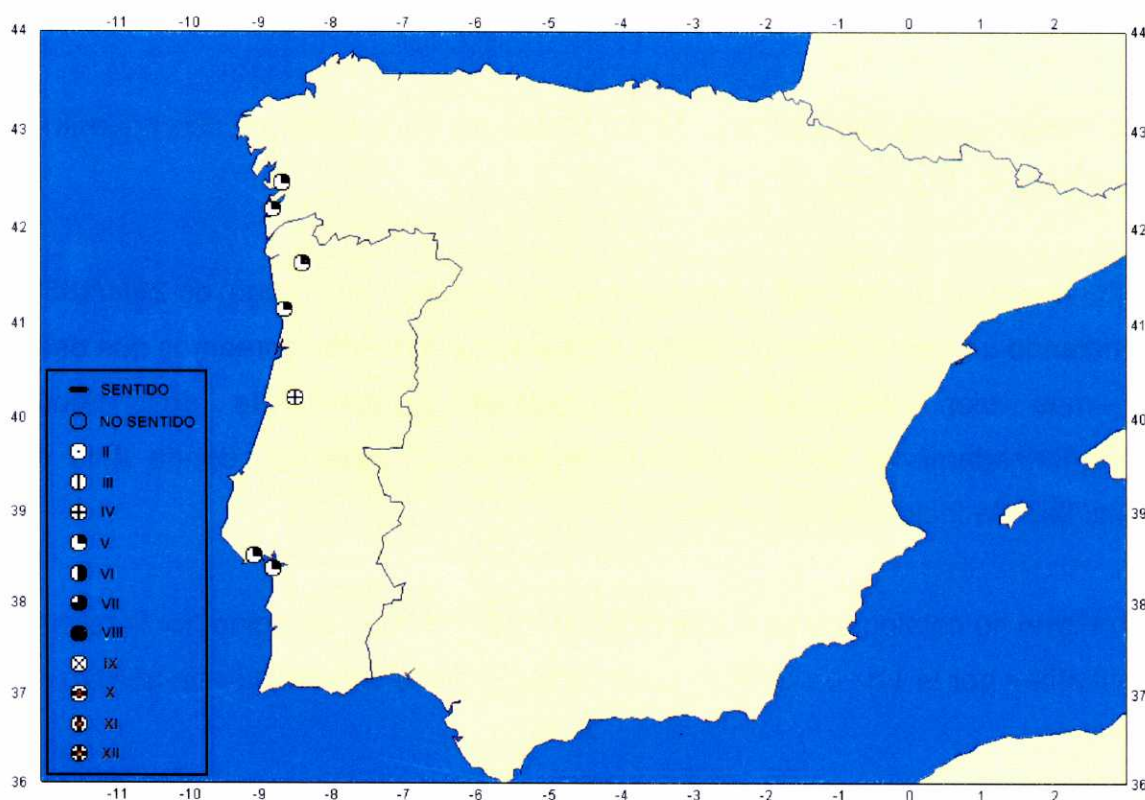


Figura 6.23. Mapa de Intensidad de terremoto PORTO (22/12/1884).

Recordemos que el 25 de diciembre de 1884 se produce el gran terremoto de Andalucía, lo cual se traducirá en una mayor “sensibilidad” a las noticias sísmicas en la prensa nacional.

El 2/12/1885 se produce un sismo, aparentemente local, en Valença do Minho, no catalogado y descubierto por **Rodríguez de la Torre** en la prensa madrileña y portuguesa. Nosotros recuperamos referencia en la *Voz de Galicia*. El sismo se separa en 2, un precursor y el principal, con intensidades de II y IV respectivamente.

Rodríguez de la Torre vuelve a aportar un sismo no catalogado el 30/5/1886 en Pontevedra, en el diario de Madrid *La Fé*. No se han encontrado referencias en la prensa analizada.

Algo similar ocurre con el sismo de 31/3/1888 de Vigo, tampoco se encuentran referencias en la prensa gallega consultada.

Sí que aparecen numerosas referencias del sismo de Viveiro (Lugo) de 29/4/1888, alcanzando un grado V en el catálogo oficial, aunque nosotros creemos que debe ser mas bien V-VI. La *Voz de Galicia* publica carta describiendo pormenorizadamente los hechos, nos remitimos al catálogo, donde ésta se transcribe. Se incluye mapa sísmico.

Otro sismo no catalogado se siente el 24/01/1889 en Vigo, recogido por la prensa madrileña y por la *Voz de Galicia*. Curiosamente no se ve reflejado en el *Faro de Vigo*.

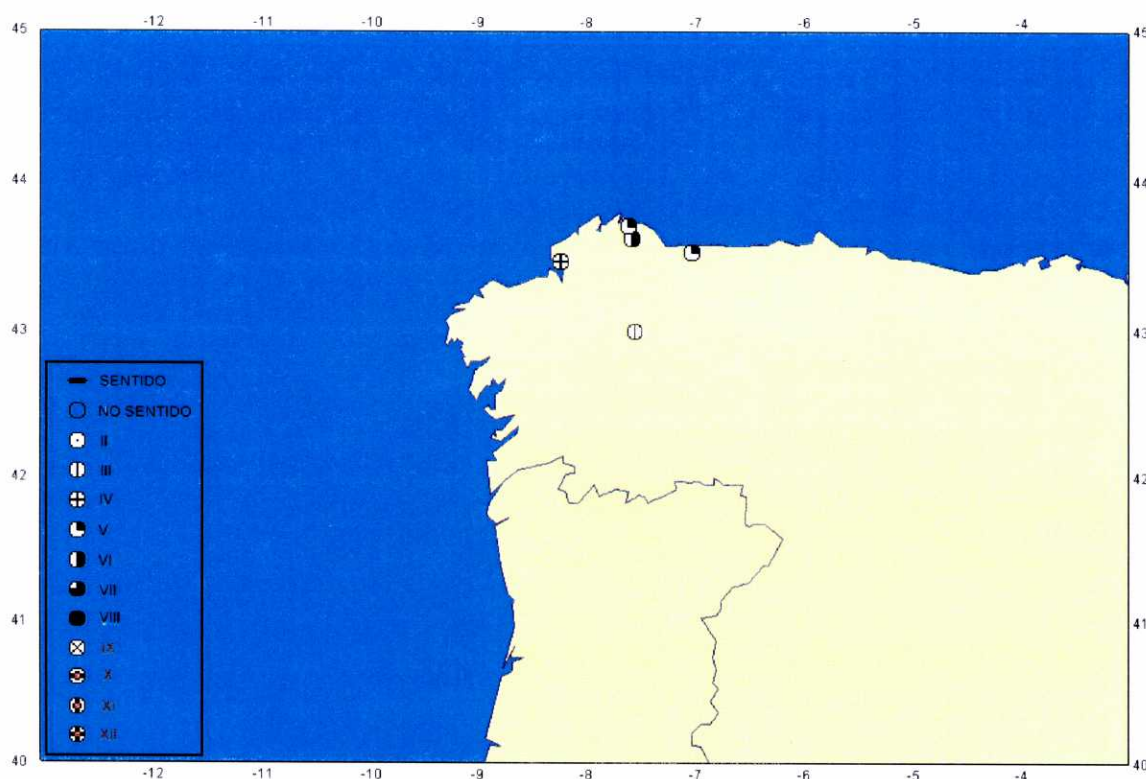


Figura 6.24. Mapa de Intensidad de terremoto VIVEIRO (29-4-1888).

El 27/05/1889 se produce en Pontedeume (A Coruña), una de las sorpresas que nos depara el catálogo oficial del IGN, otro sismo asombrosamente inédito, descubierto nuevamente por **Rodríguez de la Torre** y reflejado en la práctica totalidad de la prensa gallega y madrileña, con un total de 12 referencias en la primera y 15 en la segunda.

El sismo alcanza una intensidad de V notándose en gran parte de Galicia, sobre todo en la costa, desde Lugo a Pontevedra.

Se incluye mapa sísmico de intensidades.

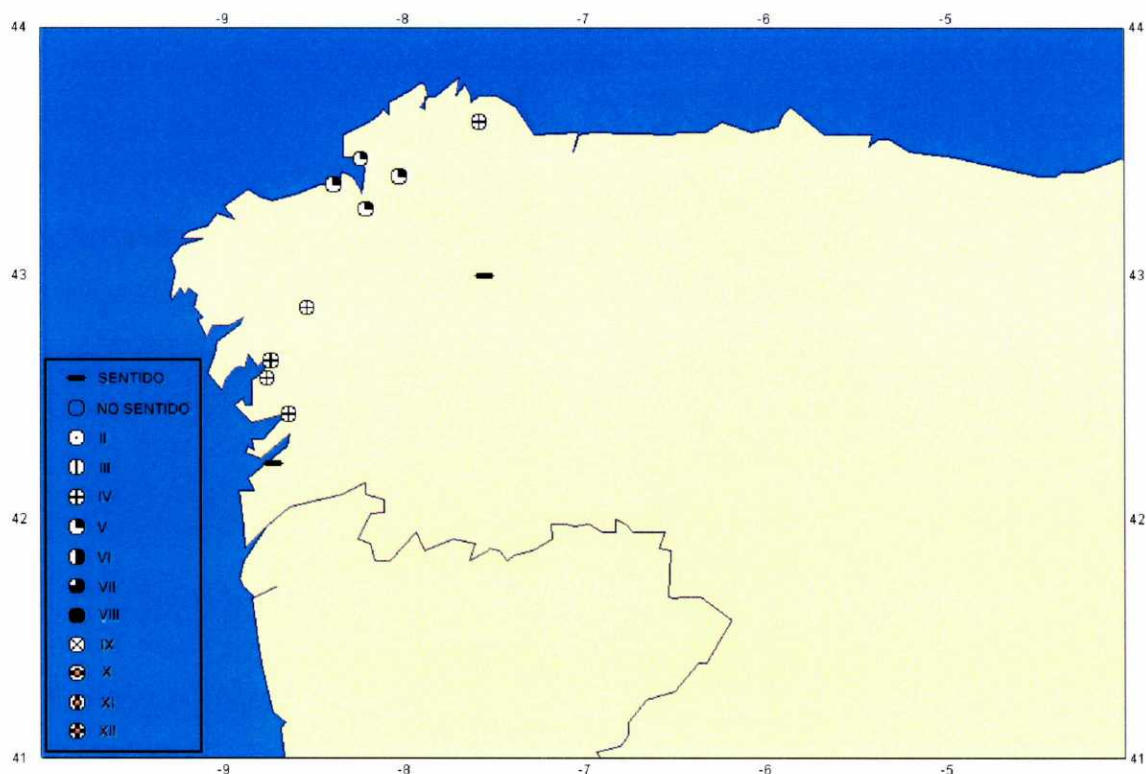


Figura 6.25. Mapa de Intensidad de terremoto PONTEDEUME (27-05-1889).

La década acaba con dos nuevos sismos. El primero, no catalogado, el 23-06-1890, en Santiago. **Rodríguez de la Torre** aporta fuentes en la prensa madrileña, sin embargo no se refleja en los tres periódicos de tirada regional analizados.

El segundo se produce el 22/08/1890, en Tuy (Pontevedra). Si embargo es éste un sismo erróneo, ya que ocurrió en la misma fecha pero del año 1891. El error lo comete **Galbis** al duplicarlo, a partir de ahí todos los catálogos oficiales lo incluyen.

DÉCADA 1891-1900

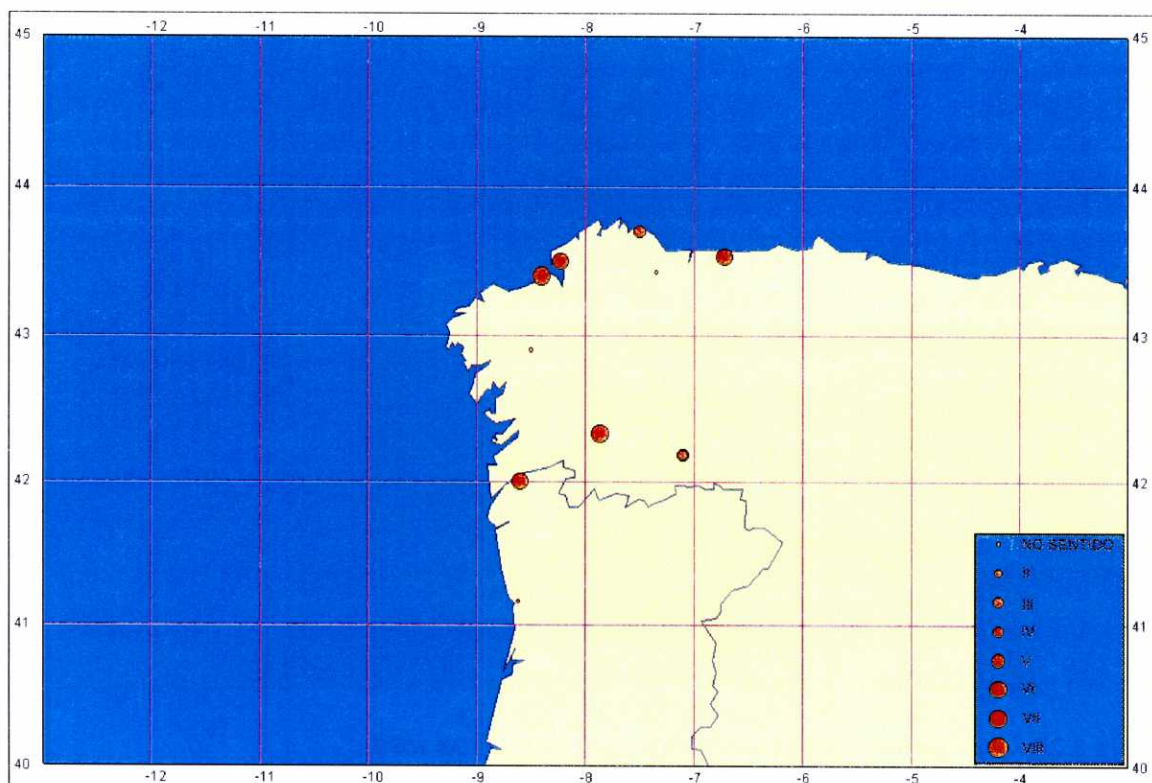


Figura 6.26. Terremotos gallegos entre 1891-1900.

El terremoto de Lisboa de 22/8/1891, que es el que erróneamente **Galbis** fecha en Tuy el 22/8/1890, se siente en buena parte de la costa portuguesa, llegando hasta Tuy y Pontevedra. Se incluye mapa sísmico de intensidades.

En octubre ocurre un sismo no catalogado, descubierto por Rodríguez de la Torre en la prensa madrileña. Sin embargo, lo ambiguo de la noticia no permite añadir grandes datos. Solo sabemos que en los primeros días de octubre de 1891 hubo un temblor de tierra en Viana do Bolo (Orense), será el inicio de una serie sísmica en esta zona.

Otro pequeño sismo ocurre el 12/3/1895 en Viveiro (Lugo), tampoco catalogado.

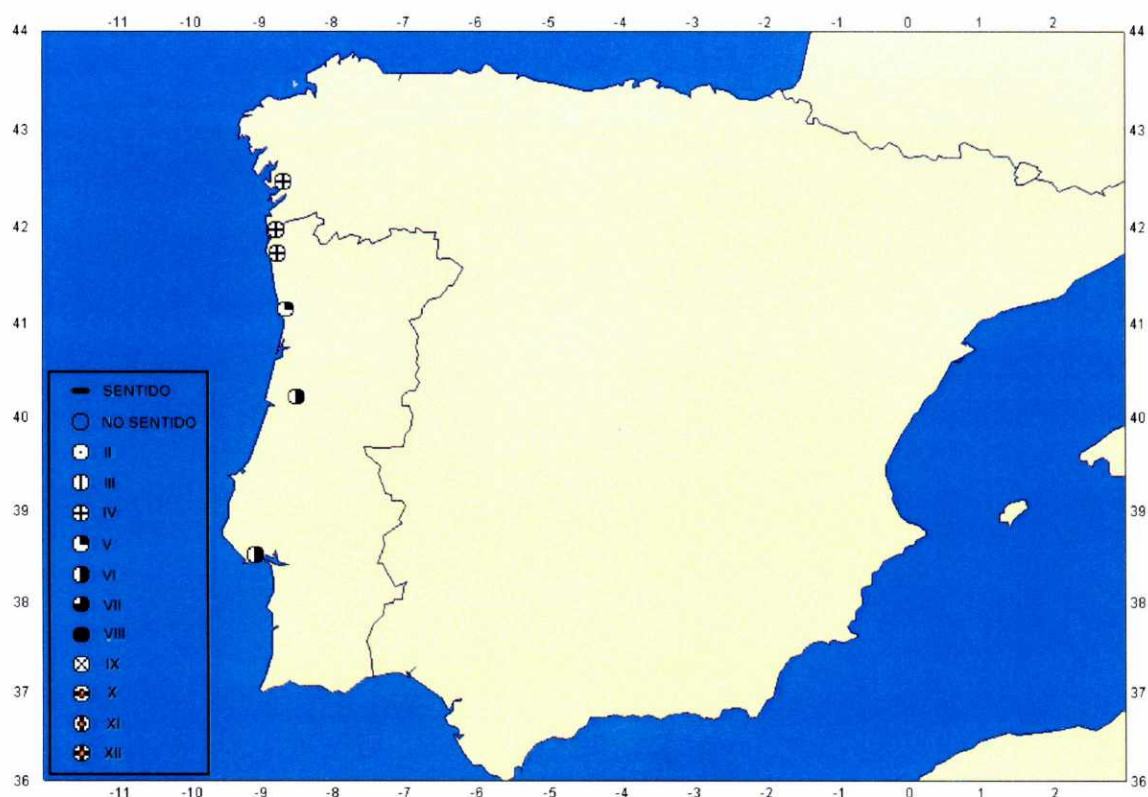


Figura 6.27. Mapa de Intensidad de terremoto LISBOA (22-08-1891).

El 25/12/1895 se produce el sismo principal de la serie sísmica de Viana do Bolo (Orense), donde ya se había sentido temblores en octubre de 1891. El sismo es importante, sintiéndose en la práctica totalidad de Galicia, alcanzando una intensidad de grado VI-VII, convirtiéndose e uno de los mayores sentidos en Galicia. Se cambia la hora a las 17:39. Se incluye mapa sísmico.

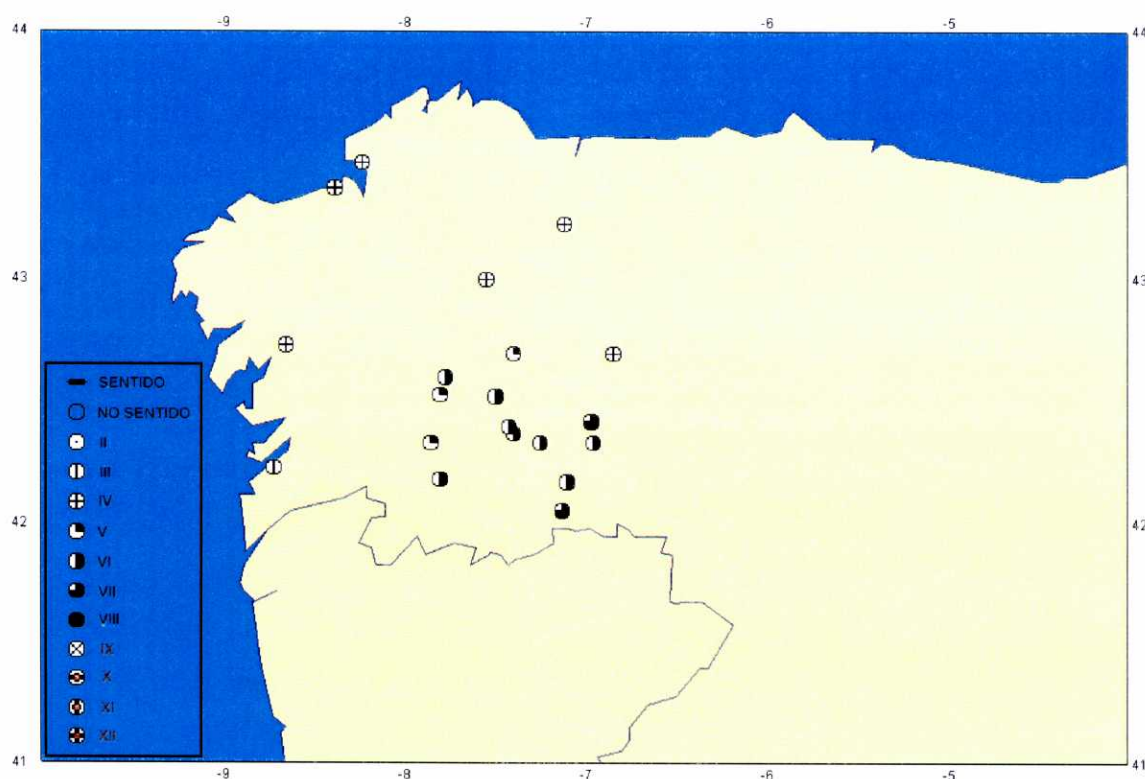


Figura 6.28. Mapa de Intensidad de terremoto VIANA DO BOLO (25-12-1895).

El 11/04/1896 volverá a temblar la tierra en Viana do Bolo, esta vez con una intensidad de IV, sintiéndose con alguna réplica. Este sismo no está catalogado y no se han encontrado referencias en la prensa gallega consultada.

No tenemos noticias de que el terremoto de Navia (Asturias), de 6/3/1897 se sintiera en Galicia.

El sismo de Ferrol de 25/5/1897 se encuentra mal catalogado, estando fechado el día anterior, con una intensidad de V y sin hora de ocurrencia. Sin embargo existen datos suficientes para establecer dicha hora (21:10) y corregir la intensidad, debiendo ser por lo menos de VI. Se siente en gran parte de las costa Norte coruñesa, lo que permite elaborar un mapa de intensidades.

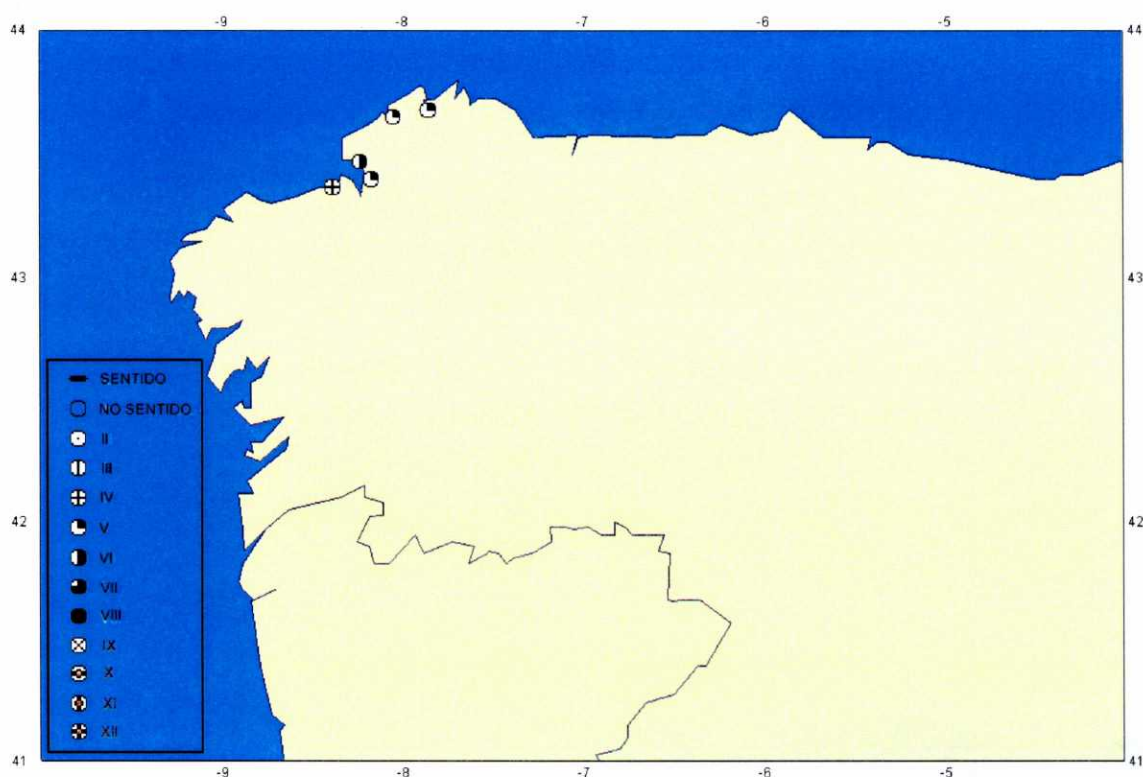


Figura 6.29. Mapa de Intensidad de terremoto FERROL (25-05-1897).

Rodríguez de la Torre recupera un nuevo sismo a principios de enero de 1898 que aparece en la prensa de Madrid, aunque este hecho no se refleja en la prensa regional consultada. Lo consideramos dudoso, ya que en esos días existía un fuerte temporal en la zona y es posible que se llegara a confundir con un temblor.

El 8/8/1899 se produce un temblor en Mondoñedo, probablemente ligado al sismo ocurrido el día siguiente en A Coruña. Este último (9/8/1899) es uno de los mayores sismos registrados en Galicia, alcanzando claramente una intensidad de VII. Nuevamente estamos ante un sismo no catalogado, recuperado por **Rodríguez de la Torre** del que existen gran cantidad de referencias en la prensa regional y madrileña. Se siente en las Rías de Betanzos y Ferrol, así como en Santiago y Lugo. También se siente con fuerza en la costa pontevedresa, con una intensidad de V.

Se incluye mapa sísmico basado en el de **Rodríguez de la Torre**.

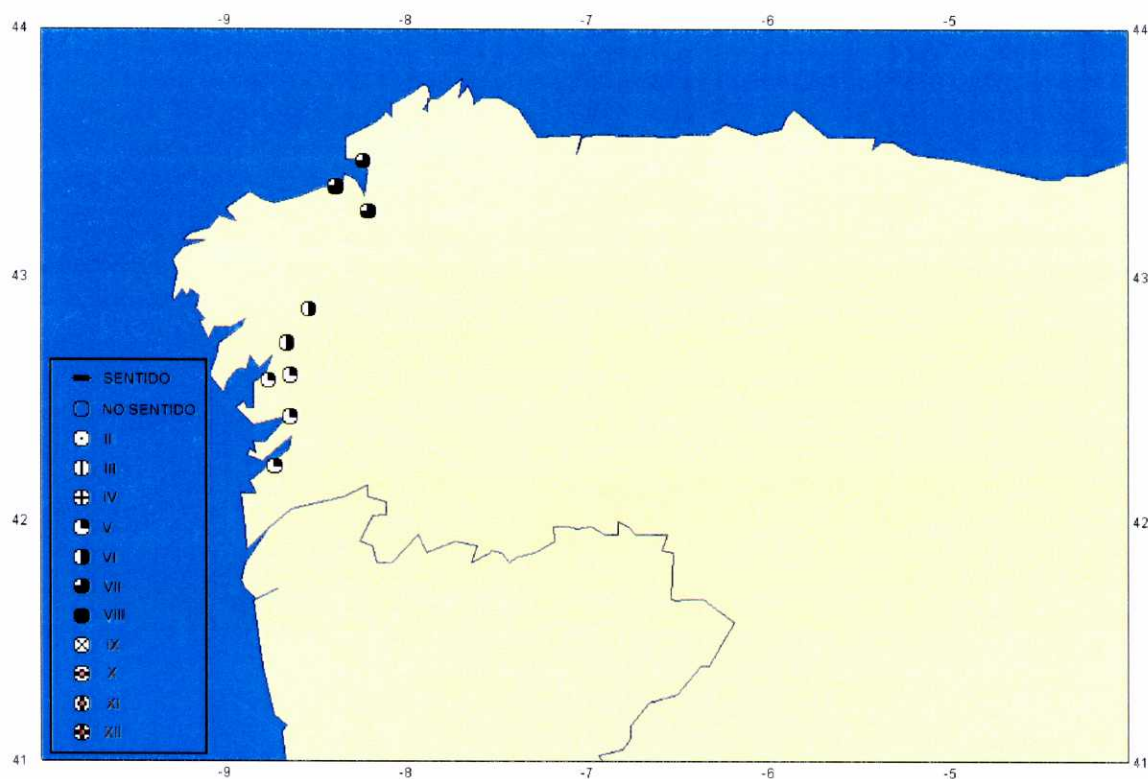


Figura 6.30. Mapa de Intensidad de terremoto A CORUÑA (09-08-1899).

El 24/8/1889 los catálogos oficiales indican un sismo en Porto (Portugal), sin embargo los mayores daños se producen en Tuy, que es donde se sitúa el nuevo epicentro, recuperando datos de hora e intensidad (VI). El sismo tiene un área macrosísmica muy amplia, llegando a sentirse en Valladolid o Palencia. Incluimos mapa de intensidades basado en el de **Rodríguez de la Torre**.

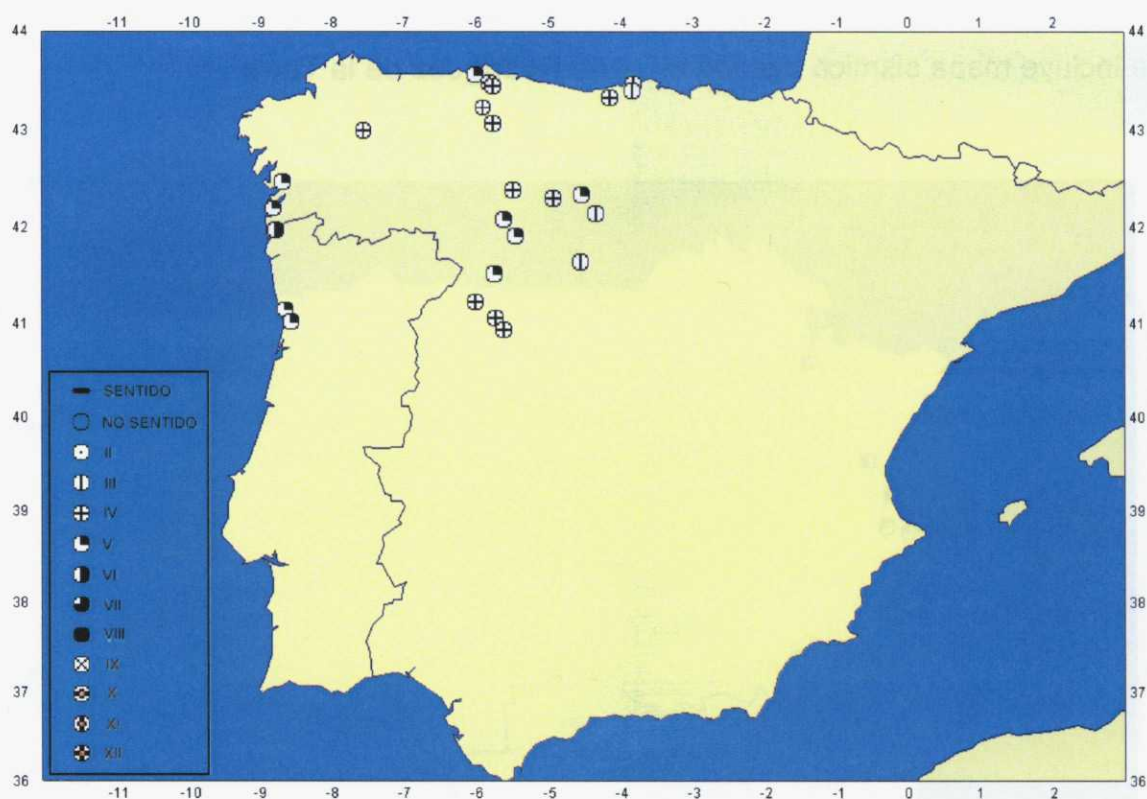


Figura 6.31. Mapa de Intensidad de terremoto TUI (24-08-1889).

TERREMOTOS EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX

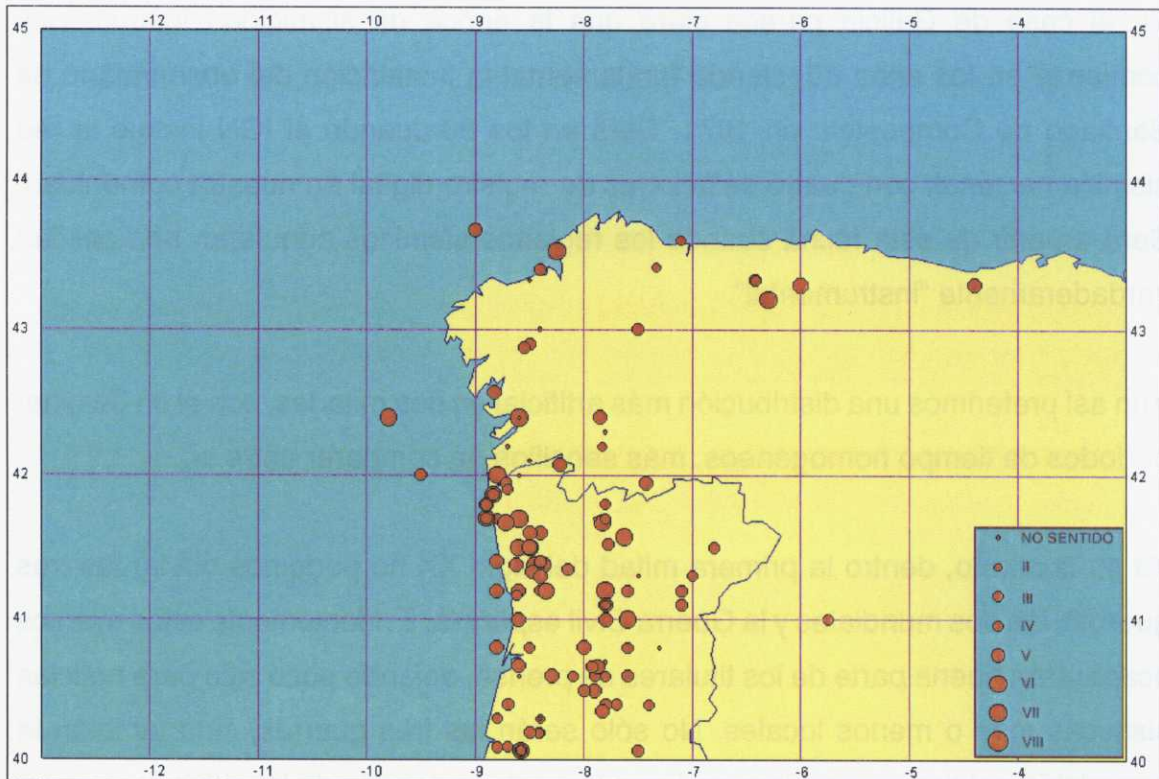


Figura 6.32. Terremotos gallegos en la primera mitad del siglo XX

Durante todo el siglo XX se produce el gran desarrollo de la ciencia sismológica, sobre la base del establecimiento casi generalizado de sismógrafos y el desarrollo de la teoría de la deriva continental. Aún así, los primeros sismógrafos distan mucho de ser aparatos de gran precisión, no pudiendo compararse con lo actualmente existentes. Por ello es conveniente dividir este siglo al menos en dos partes, en la primera mitad acontecerán gran parte de los avances sismológicos del siglo XX y en la segunda los datos serán más homogéneos entre sí.

Esta división es puramente artificial y no se corresponde en absoluto con los “hitos” de la investigación sismológica de nuestro país, como pueden ser la colocación del

primer sismógrafo en el Observatorio de la Marina en San Fernando, Cádiz, en 1887 o la creación del observatorio de Toledo en 1909.

En el caso de Galicia parece claro que la época de sismicidad instrumental comienza en los años 60, siendo fundamental la instalación del observatorio de Santiago de Compostela en 1971. Será en los 80 cuando el IGN instale la red sísmica nacional, con cuatro estaciones de registro digital en nuestra comunidad. Será a partir de esta fecha cuando los registros sísmicos adquieran una calidad verdaderamente "instrumental".

Aún así preferimos una distribución más artificial en dos mitades, con el fin de tener períodos de tiempo homogéneos, más sencillos de comparar entre sí.

Ya en concreto, dentro la primera mitad del siglo XX no podemos obviar las tres guerras: las dos mundiales y la Guerra Civil española. Evidentemente estos eventos acapararán buena parte de los titulares de prensa, dejando poco sitio para noticias sísmicas más o menos locales. No sólo serán las tres guerras, sino también la convulsión política que existirá en España hasta la década de los 40.

DÉCADA 1901-1910

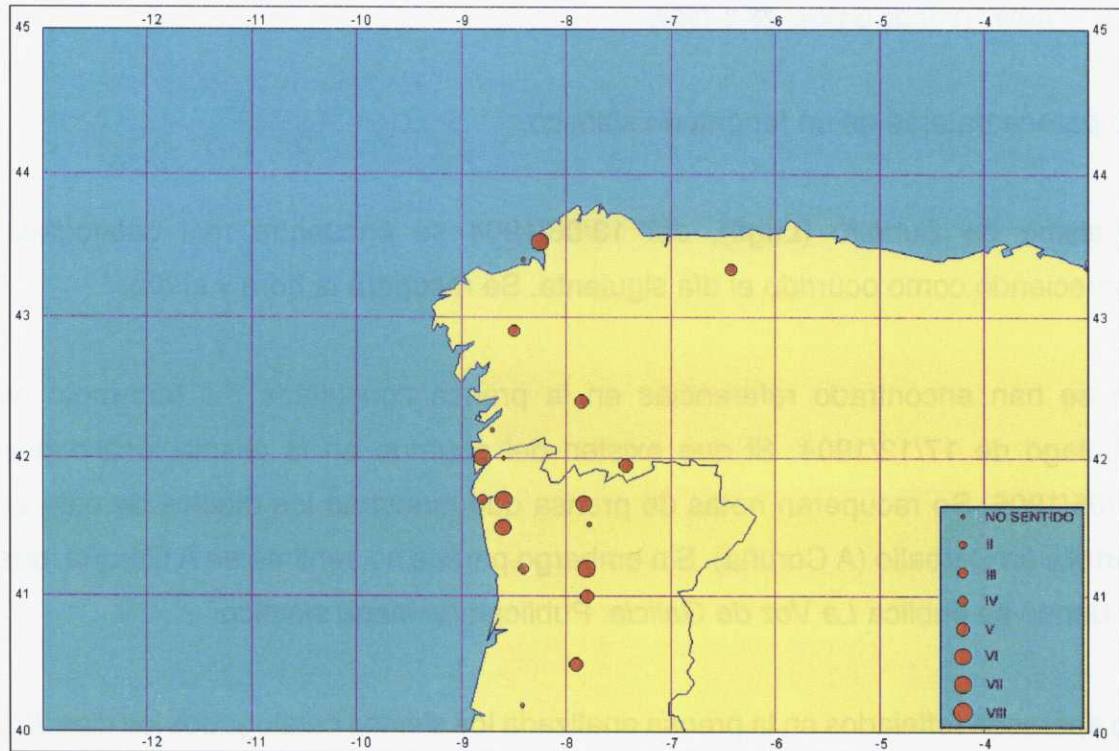


Figura 6.33. Terremotos gallegos entre 1901-1910.

El primer sismo catalogado en Galicia en el siglo XX es el de Tomiño el 24/02/1904, se cataloga con una intensidad de VI, sin embargo no se han encontrado referencias en la prensa gallega a este sismo. *La Voz de Galicia* del día 28/02/1904 recoge una noticia que puede estar ligada con este sismo:

"Monte hundido. Refiere un periódico de Tuy, que en el monte Castelo, de la parroquia de Tebra, próximo a la carretera de Forcadela a Gondomar, ha ocurrido un fenómeno que tiene llenos de consternación a los moradores de aquella comarca.

La rocosa mole que constituye aquel monte se ha resquebrajado y hundido en largas exteriores, formando cavernas que alcanzan 50 metros de profundidad, en el interior de las cuales se nota un ruido análogo al del agua en ebullición.

Algunos que se atrevieron a acercarse a los bordes de las hendiduras, han visto las burbujas producidas por el agua.

Un gran trozo de carretera se hundió por una de las innumerables grietas. Varias casas situadas en la falda de la montaña a ambos extremos del trozo de la carretera amenazan ruina." (Voz de Galicia, 28-2-1904)

No parece tratarse de un fenómeno sísmico.

El sismo de Cubeiro (Lugo), del 13/06/1904 se encuentra mal catalogado, apareciendo como ocurrido el día siguiente. Se recupera la hora y el día.

No se han encontrado referencias en la prensa consultada del terremoto de Santiago de 17/12/1904. Si que existen del ocurrido en la misma localidad el 21/05/1906. Se recuperan notas de prensa que muestran los efectos de éste en Ferrol y en Carballo (A Coruña). Sin embargo parece no sentirse en A Coruña, que es donde se publica *La Voz de Galicia*. Publicamos mapa sísmico.

No aparecen reflejados en la prensa analizada los sismos catalogados los días 22 y 23 del mismo mes en A Coruña y Ferrol, pudiera tratarse de los efectos del mismo sismo anteriormente situado en estas dos ciudades.

No tenemos referencias concretas de los efectos del terremoto de Lisboa de 23/4/1909, que causó daños importantes en esa comarca y se sintió en buena parte de España y Portugal. Recuperamos un mapa de isosístas realizado por **P. Choffat** en 1913, publicado en la Revista de Obras Públicas y Minas. En el se asignan intensidades de III (escala Forel-Rossi-Cancani) en la provincia de Pontevedra, hasta Santiago de Compostela, con una intensidad en torno a IV en la frontera portuguesa (Tuy).

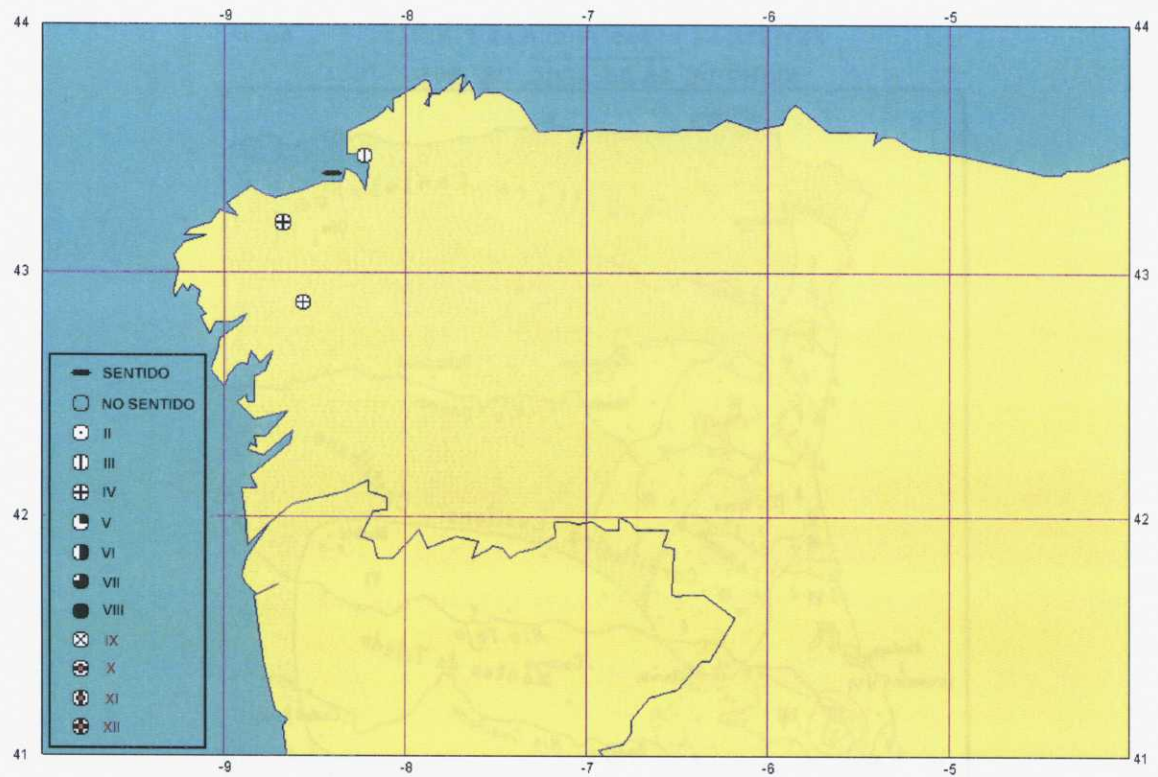


Figura 6.34. Mapa de intensidades del terremoto SANTIAGO DE COMPOSTELA (21-05-1906).

SISMO DE 23 DE ABRIL DE 1909

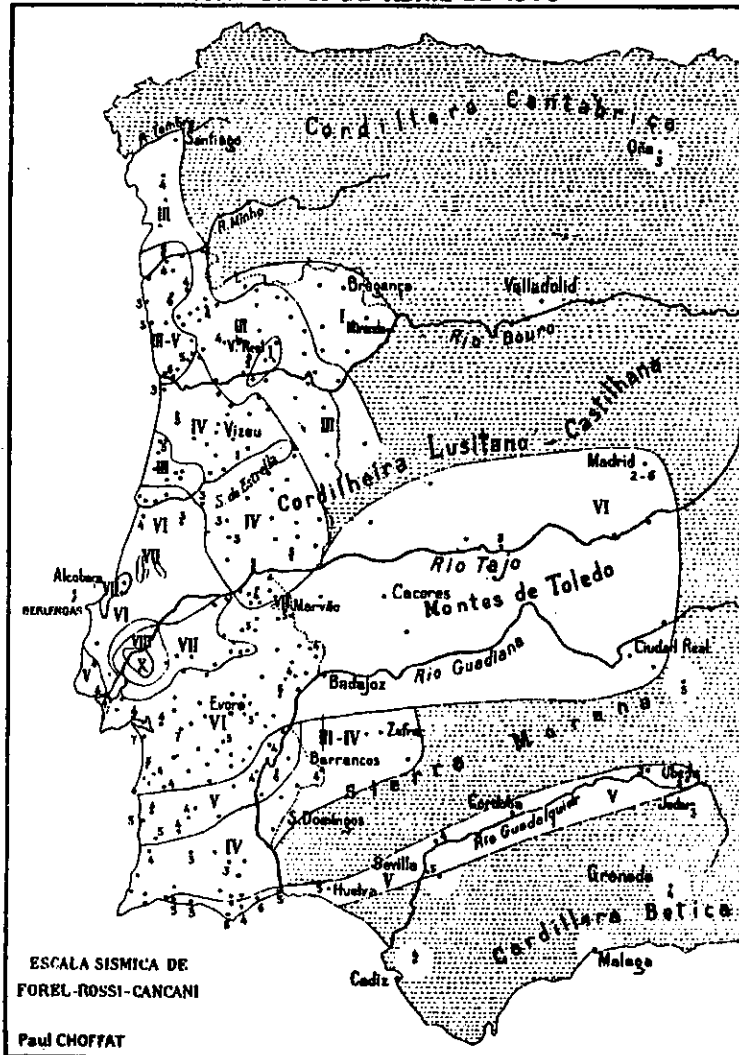


Figura 6.35. Mapa de isosistas del terremoto de LISBOA 23-04-1909. P. Choffat, 1913.

No se han encontrado referencias locales del sismo de Verín de 25/04/1910, pero sí del ocurrido el 27/04/1910 en Serra de Barroso (Portugal), sentido con fuerza en el Norte de Portugal. Hemos catalogado una réplica de dicho terremoto, sentida en Tuy el día 28/04/1910.

No hemos encontrado referencias en la prensa analizada del sismo de Vigo, 22/11/1910.

Si que existen sin embargo numerosas referencias del terremoto situado en Ferrol el día 24/11/1910, con una intensidad de VI, sintiéndose en buena parte del territorio gallego. Se corrige la hora de ocurrencia del catálogo oficial, situándolo en las 09:45. Los datos existentes permiten elaborar un mapa de intensidades.

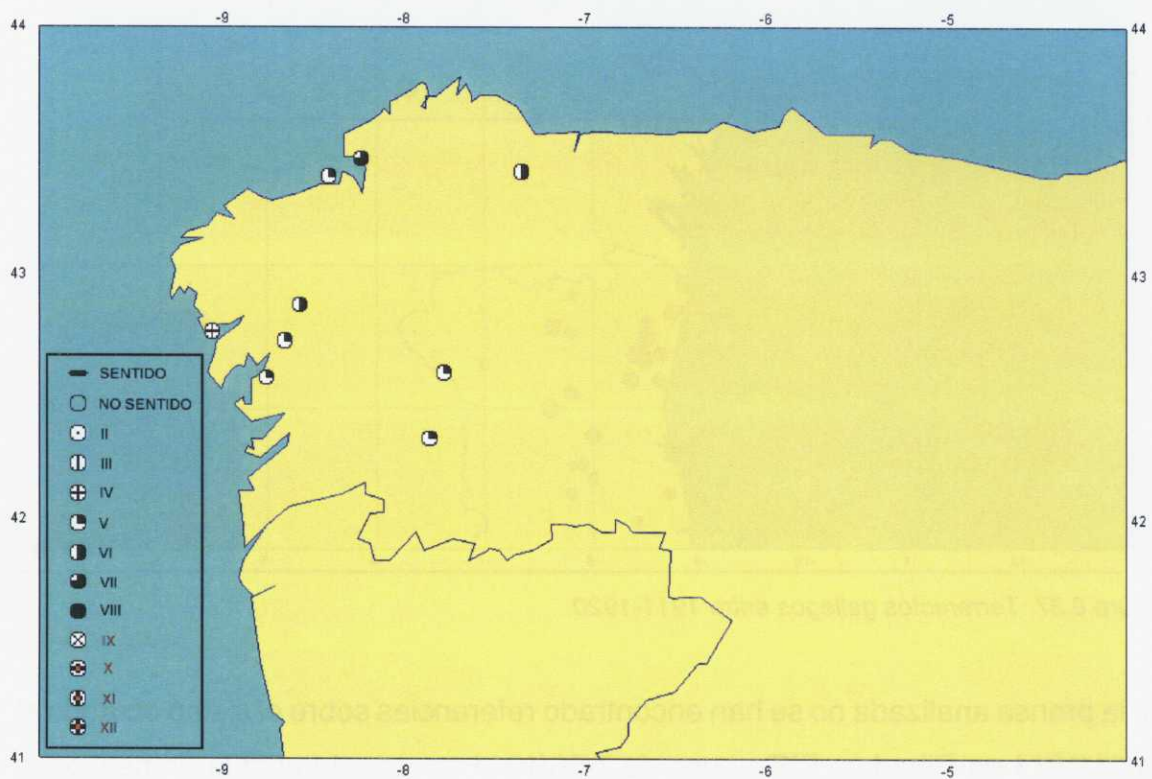


Figura 6.36. Mapa de intensidades del terremoto FERROL (24-11-1910).

DÉCADA 1911-1920

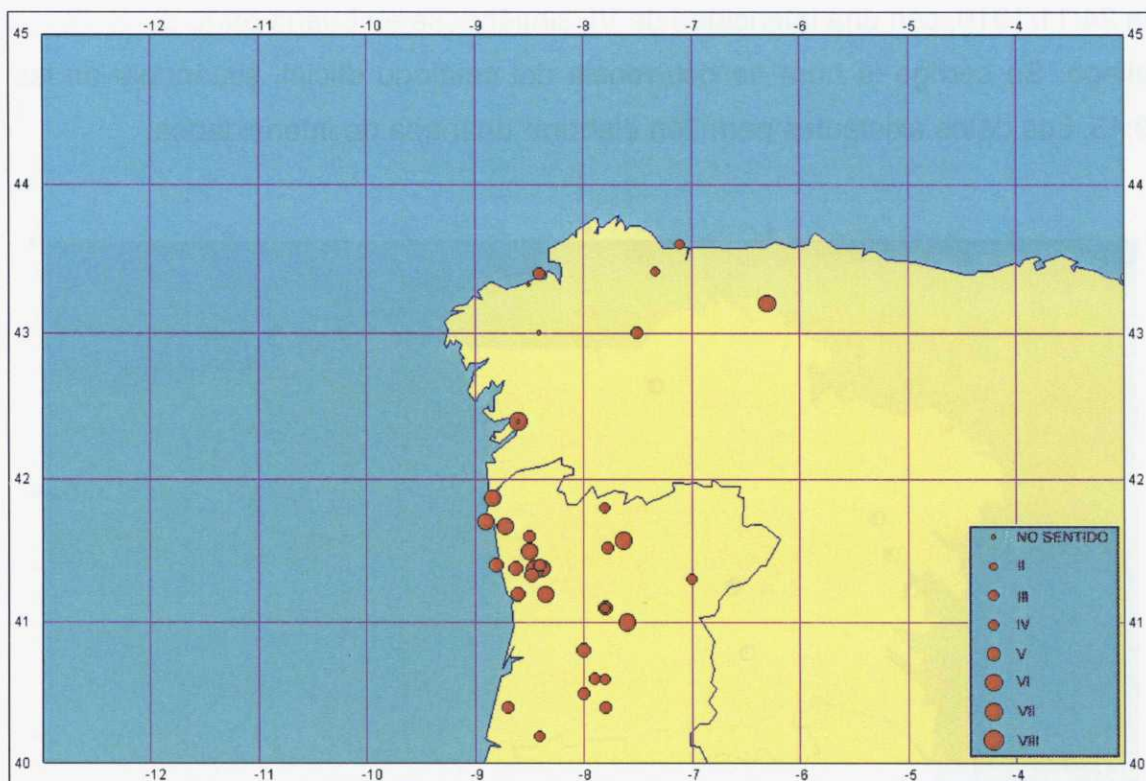


Figura 6.37. Terremotos gallegos entre 1911-1920.

En la prensa analizada no se han encontrado referencias sobre el sismo ocurrido el 24/01/1911 en Ribadeo. El de Lugo de 7/06/1911 es recogido por la prensa local, sentido en pueblos de la provincia como Chantada, en esta localidad se supera el grado de intensidad IV, llegando hasta el V, aunque se mantiene el epicentro.

No se han encontrado referencias regionales de los sismos:

- 29/05/1914 MONDOÑEDO (LUGO)
- 14/11/1915 A CORUÑA
- 10/12/1918 A CORUÑA
- 27/12/1919 ÓRDENES (A CORUÑA)

Si que existen numerosas referencias del terremoto ocurrido en Pontevedra el 26/11/1920. Se baja el grado de intensidad oficial de VII a VI, que parece acorde con los efectos descritos. Las descripciones obtenidas nos permiten aportar mapa de intensidades.

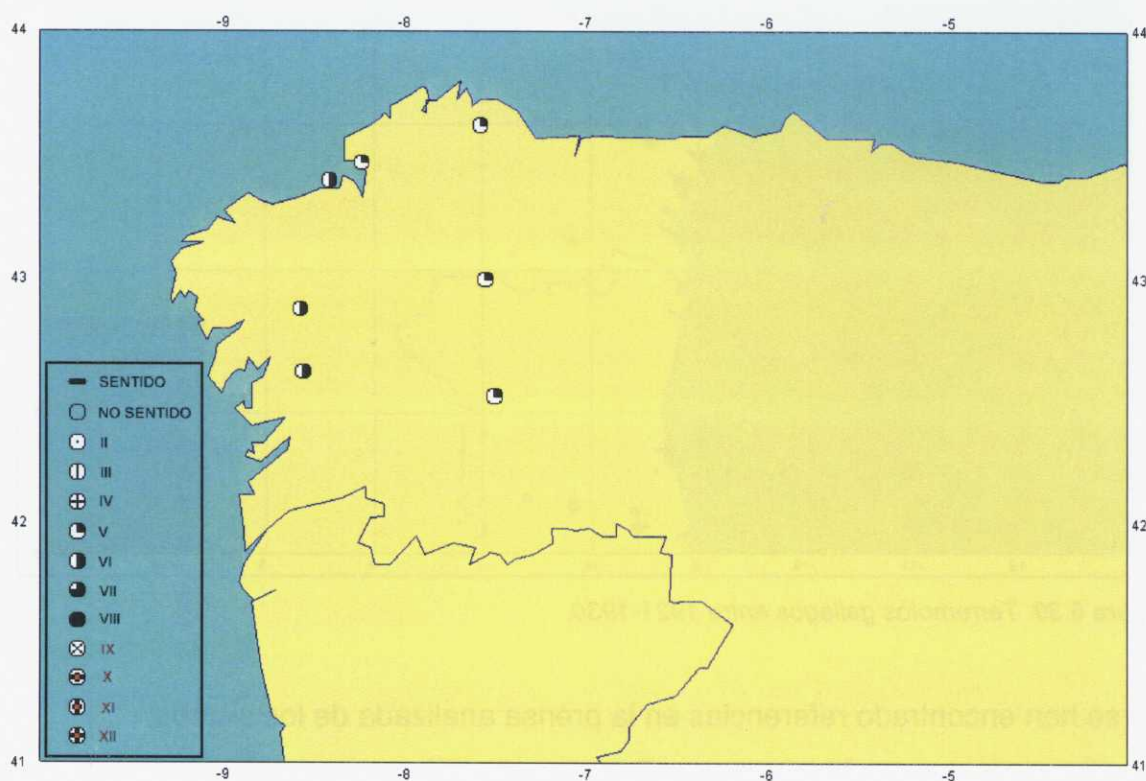


Figura 6.38. Mapa de intensidades del terremoto PONTEVEDRA (26-11-1920).

El sismo de 1/12/1920 de Pontevedra debe ser una réplica del anterior.

DÉCADA 1921-1930

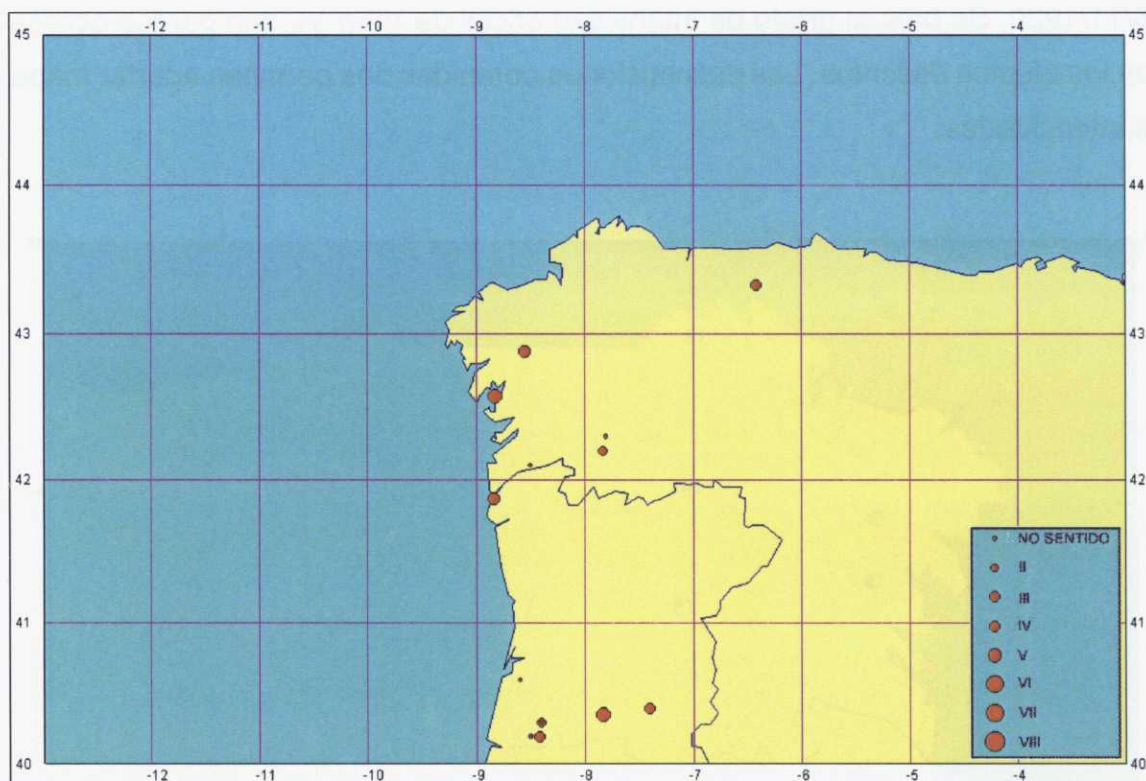


Figura 6.39. Terremotos gallegos entre 1921-1930.

No se han encontrado referencias en la prensa analizada de los sismos:

-12/10/1922 ORENSE

-12/02/1924 ALLARIZ (ORENSE)

-25/10/1925 SANTIAGO DE COMPOSTELA

-12/12/1930 VILANOVA DE AROUSA (PONTEVEDRA)

DÉCADA 1931-1940

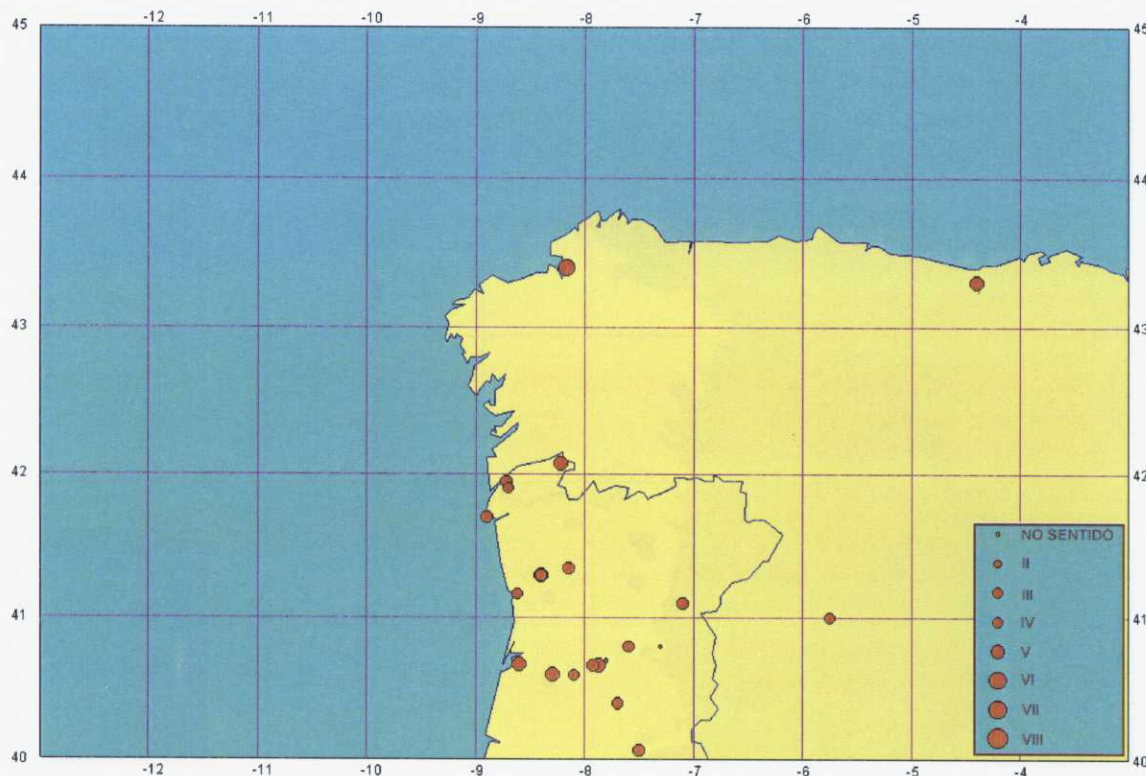


Figura 6.40. Terremotos gallegos entre 1931-1940.

En esta década sólo se registra en Galicia un sismo en Pontedeume el 20/06/1936, con intensidad V. Las noticias de la Voz de Galicia permiten modificar la hora de ocurrencia hasta las 14:15 horas.

Parece notarse el períodos entre guerras en las noticias sísmicas.

DÉCADA 1941-1950

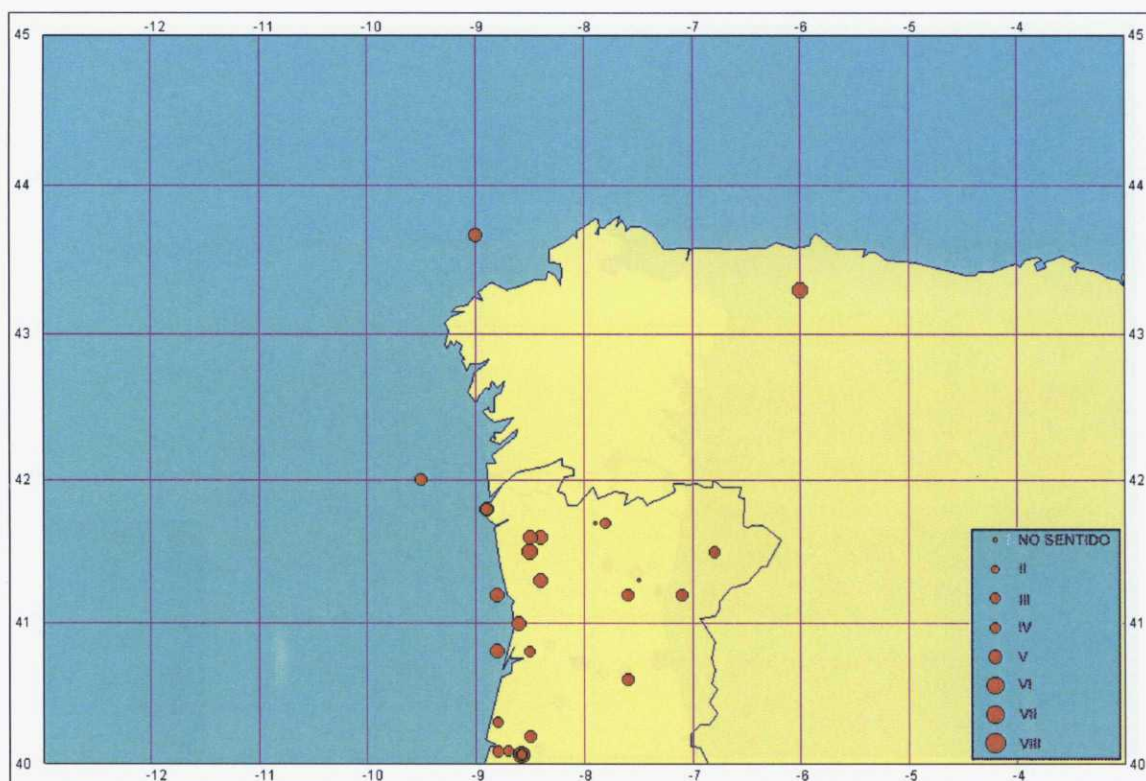


Figura 6.41. Terremotos gallegos entre 1941-1950.

El vacío generados por la Guerra Civil y la 2ª Mundial en las noticias sísmicas se sigue haciendo patente durante esta década.

Así no se refleja el sismo de 17/02/1941 con epicentro en el Atlántico, cercano a la costa coruñesa.

Si que se refleja el de 25/11/1944 en A Coruña. En los catálogos oficiales aparece situado en un genérico Océano Atlántico, se traslada a La Coruña al ser la localidad donde se notan los efectos más notorios.

TERREMOTOS EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX

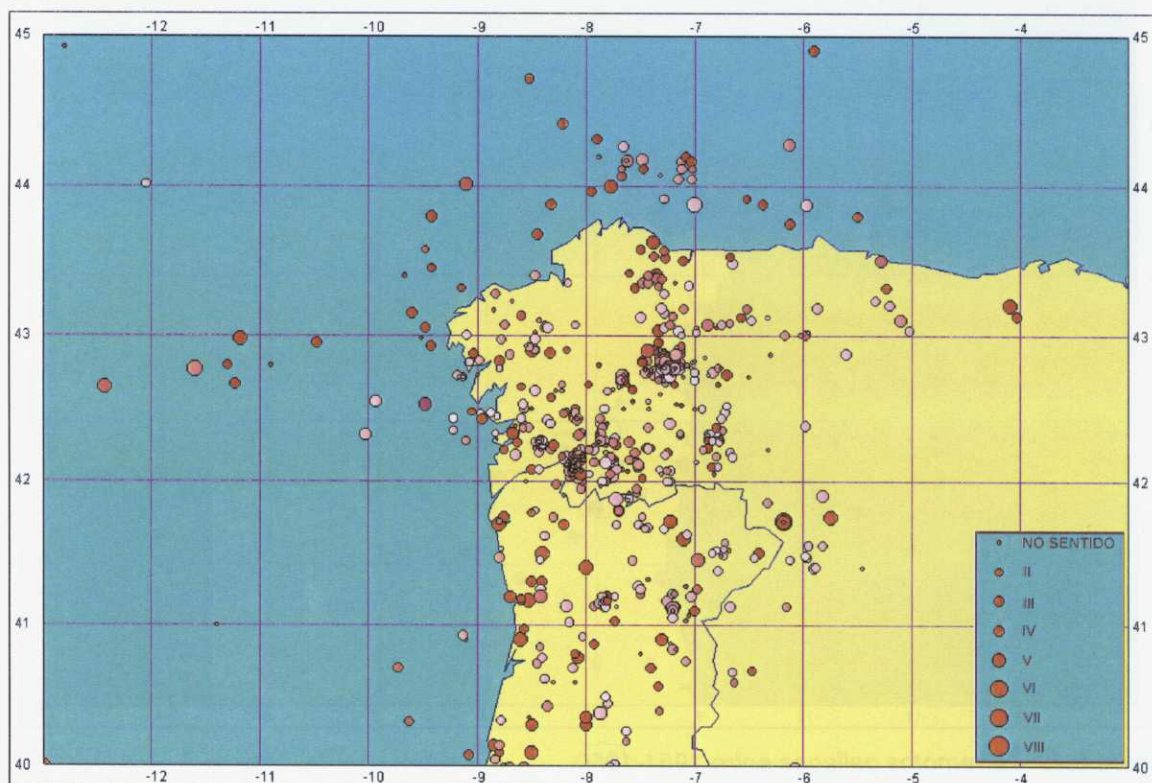


Figura 6.42. Terremotos gallegos en la segunda mitad del siglo XX

Como señalábamos, será a partir de los años 60 cuando los datos sísmicos españoles comiencen a ganar el calidad, una simple ojeada al catálogo así lo demuestra, comenzándose a registrar en este momento datos de magnitud procedentes de la red sísmica nacional. Recordemos que no será hasta los 70 cuando entra en funcionamiento el observatorio de Santiago, ganando los registros la correspondiente calidad. De hecho no será hasta, prácticamente, la década de los 80, cuando se registren el catálogo oficial los valores de profundidad del epicentro (representado con diversos colores en las figuras que acompañan estas páginas.

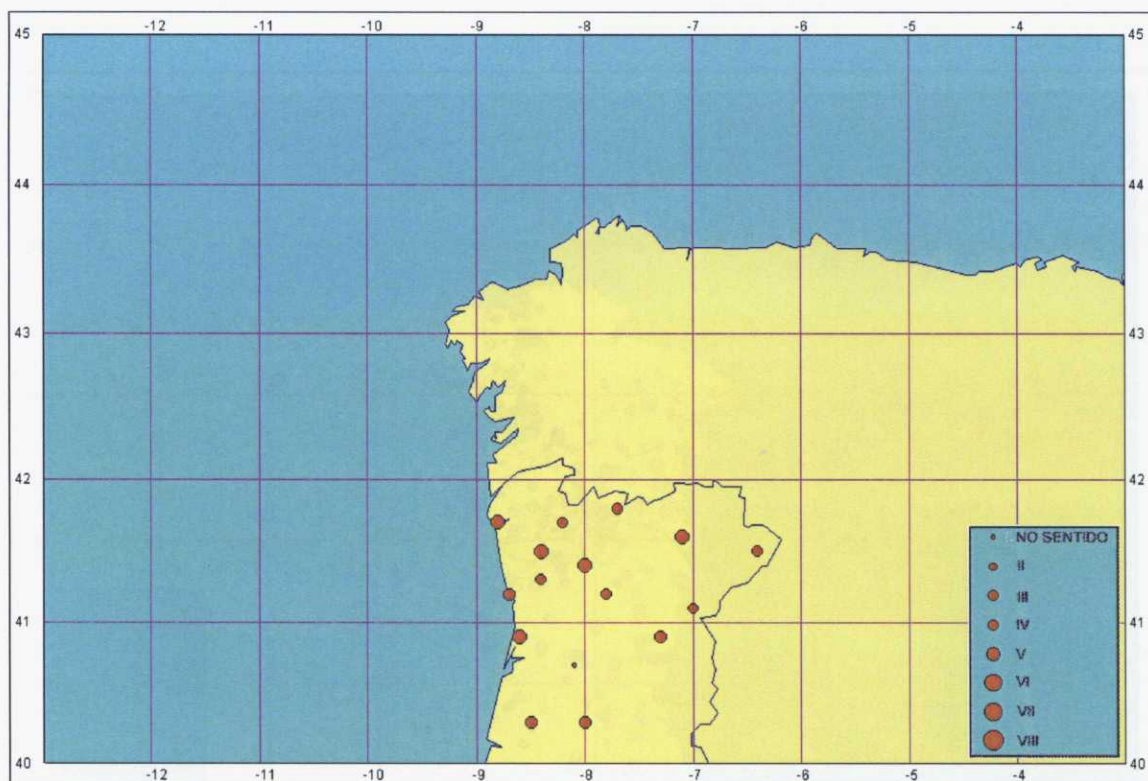
DÉCADA 1951-1960

Figura 6.43. Terremotos gallegos entre 1951-1960.

Pronto acabados con esta década. No tenemos ningún registro sísmico con epicentro en Galicia, aunque sí tenemos varios de epicentro portugués. No tenemos constancia de que alguno de éstos sismos portugueses llegaran afectar a territorio gallego.

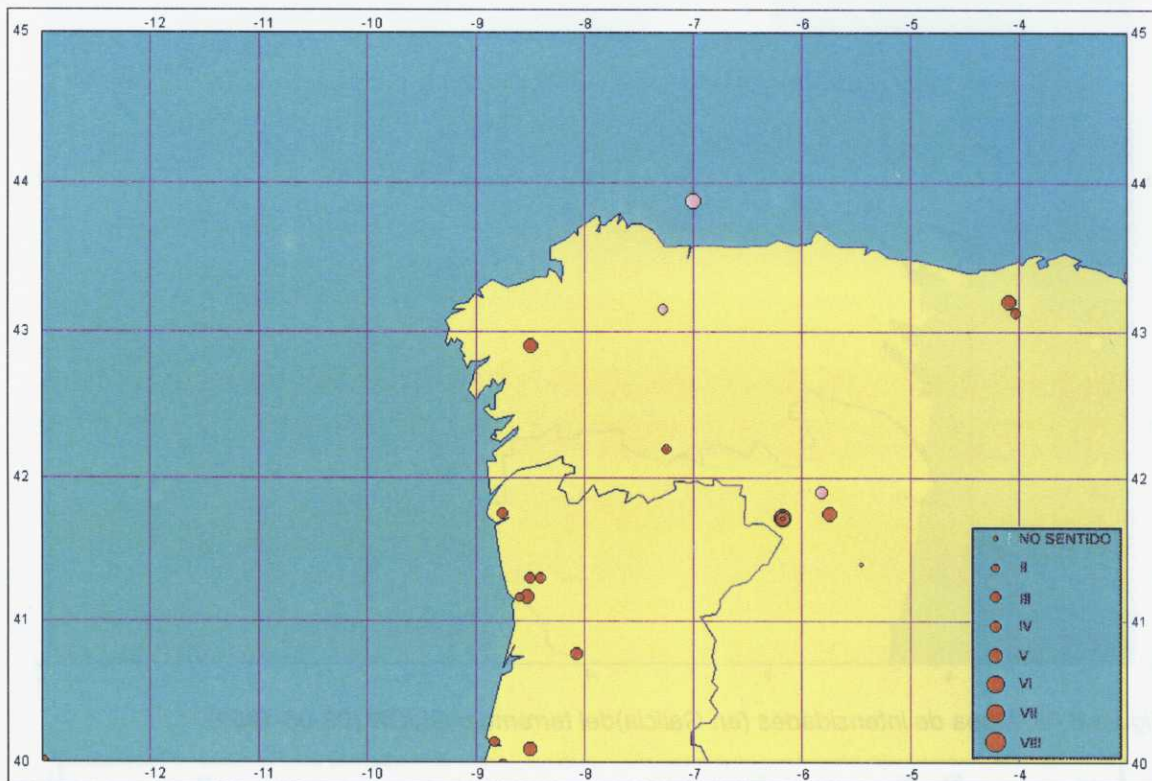
DÉCADA 1961-1970

Figura 6.44. Terremotos gallegos entre 1961-1970.

El 4/5/1962 se produce un sismo considerable en Gijón, sentido en toda la vertiente cantábrica. Se corrige la hora, debiendo ser las 00:30, por lo que la fecha pasa a ser la del día siguiente al indicado en los catálogos oficiales (03/05/1962). El sismo alcanzó una intensidad de VI, y las noticias que tenemos nos permiten realizar un mapa sísmico.

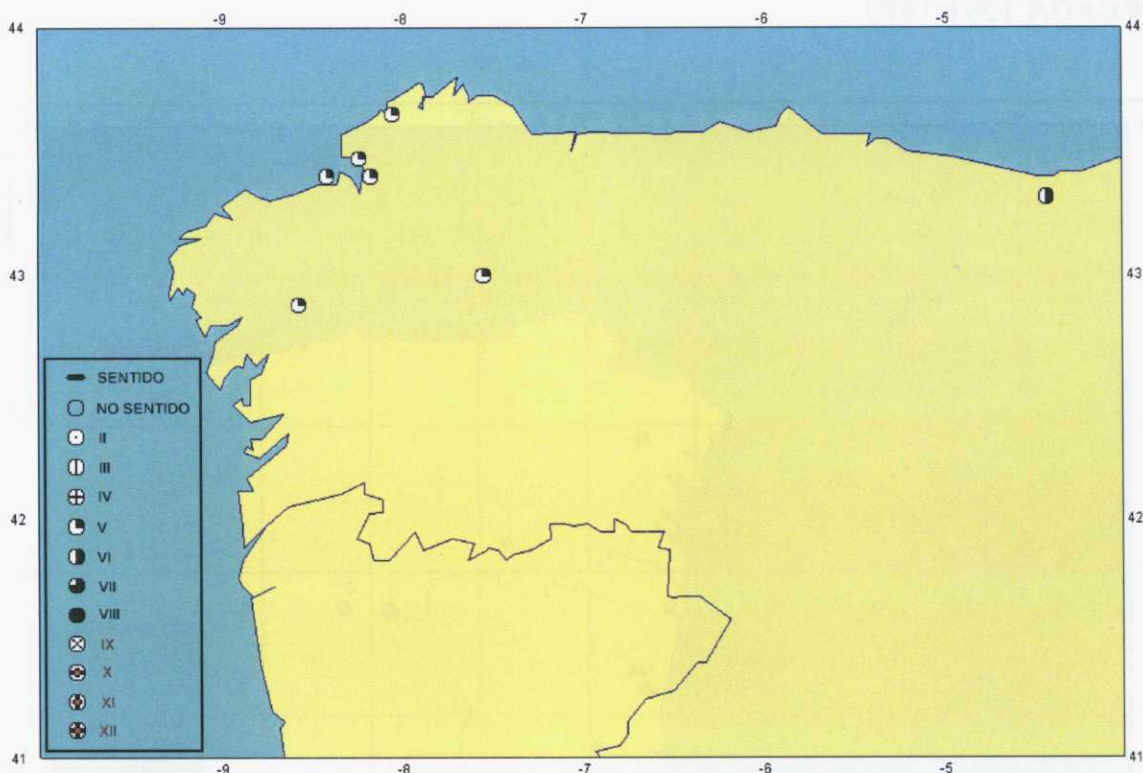


Figura 6.45. Mapa de intensidades (en Galicia) del terremoto GIJÓN (03-05-1962).

Temblor de tierra, en Galicia

EL FENÓMENO SE PRODUJO DE MADRUGADA SU DURACIÓN FUÉ DE UNOS VEINTE SEGUNDOS

Un movimiento sísmico de bastante intensidad se ha debido sentir esta madrugada en casi toda Galicia, según las noticias que recibimos inmediatamente después. El fenómeno produjo la natural alarma, especialmente en La Coruña, Lugo, El Ferrol del Caudillo y Santiago de Compostela, que fue donde alcanzó, al parecer, su mayor intensidad.

En Santiago fue apreciado a las 12,38 minutos de la noche y según dato que nos facilitaron un grupo de estudiantes del Colegio Mayor "Generalísimo Franco" que tuvieron la oportunidad de cronometrar la duración. Esta fue de unos veinte segundos.

A nuestra Redacción llamaron muchos santiaguinos preguntando noticias acerca del fenómeno, que fue muy sensible en toda la ciudad.

En el afán de poder informar a nuestros lectores sobre las características de este temblor de tierra,

mantuvimos comunicación telefónica con uno de los colaboradores que trabajan en el Observatorio Astronómico de Santiago, pero no nos fue posible obtener información segura.

En la Redacción de EL CORREO GALLEGO se acusó con toda su

intensidad el movimiento sísmico, hasta el punto de que de uno de los muebles se cayó el agua y una lámpara que estaba al borde del mismo.

De diversos puntos de la región recibimos inmediatas telefonías de nuestros correspondientes, que dieron cuenta de haberse registrado en (PASA A SEGUNDA PAGINA)

Figura 6.46. Portada de El Correo Gallego (4-5-1962), sobre el terremoto de GIJÓN.

Se cambia la denominación de Mar Cantábrico, a Gijón, por ser en esta ciudad

donde los efectos fueron mayores.

No se han encontrado referencias en la prensa consultada de los terremotos de Pol (Lugo), el 18/03/1965 ni del de Serra de Queixa (Ourense), el 01/11/1967.

El 28/02/1969 se produce uno de los sismos importantes en la historia sismológica de la Península Ibérica, con epicentro en el Atlántico, al SW de Cabo de San Vicente. Se corresponde con la falla de Azores-Gibraltar y se han hecho numerosas comparaciones con el terremoto de Lisboa de 1755, aunque éste tiene menos intensidad.

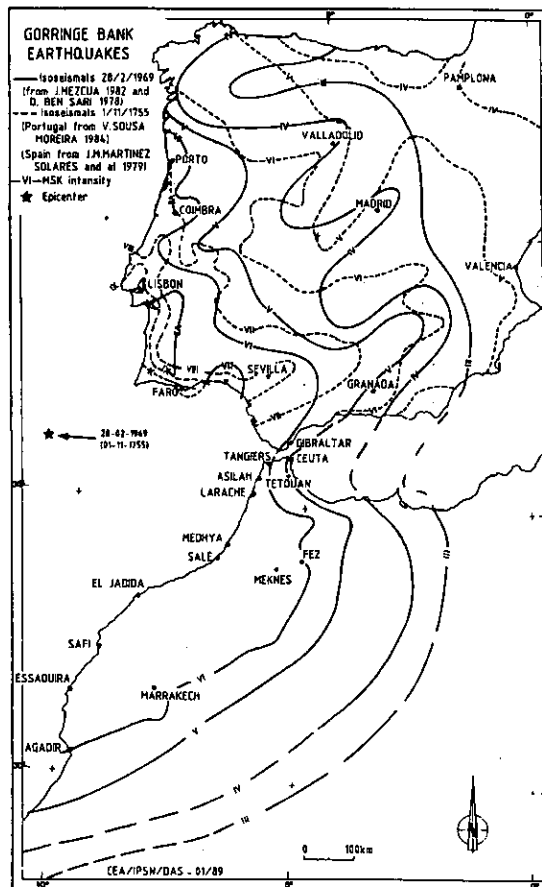


Figura 6.47. Mapa de isosistas del terremoto de 28-02-1969, comparadas con el de Lisboa de 1/11/1755. J. Mezcua 1982.

El terremoto cae fuera del ámbito geográfico gallego pero, al igual que el de Lisboa de 1755, merece al menos unas líneas, por su importancia relativa.

En Galicia el sismo alcanzó un grado de intensidad entre el IV y el V, generalizable a gran parte del territorio nacional. El terremoto fue especialmente dañino en Andalucía y Ceuta.

Las referencias en la prensa son muy numerosas. Nos remitimos al catálogo donde se transcriben las mismas.

Se adjunta mapa de intensidades sentidas en Galicia de este sismo, que superan ligeramente los valores de **Mezcua**.

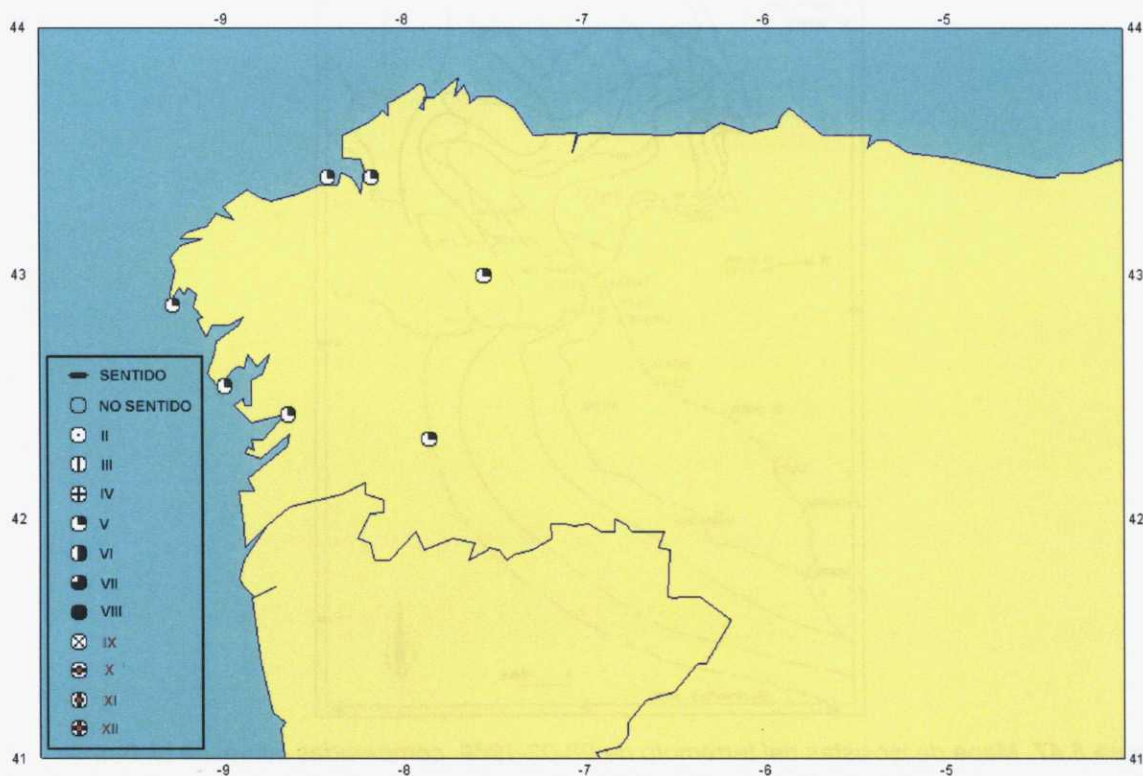


Figura 6.48. Mapa de intensidades (en Galicia) del terremoto de 28-02-1969.

DOS FUERTES SACUDIDAS SISMICAS EN TODA ESPAÑA

**Gran alarma en
La Coruña al
despertar el vecindario
con la vibración**

NI VICTIMAS NI DAÑOS

**El fenómeno se produjo
minutos antes de las
cuatro de la madrugada**

(En página 7)

Figura 6.49. Portada de La Voz de Galicia sobre con el terremoto de 28-02-1969.

EL TERREMOTO QUE SACUDIO A LA PENINSULA, UNO DE LOS DE MAYOR MAGNITUD DE LOS CONOCIDOS

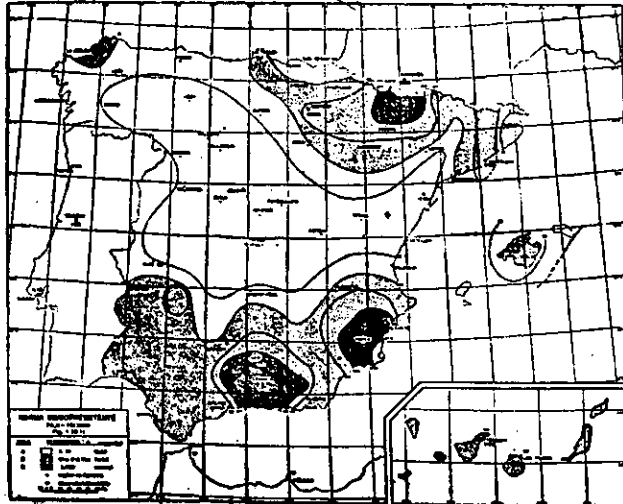
TRES PERSONAS RESULTARON MUERTAS POR LA IMPRESION Y OTRAS SIETE LESIONADAS, EN SEVILLA

Al estar el epicentro en el Atlántico (a 170 kilómetros de las Azores), se evitó una verdadera catástrofe

Algunas casas se derrumbaron y otras fueron abandonadas por temor a que se vinieran abajo

SALTARON LAS AGUJAS DE LOS SISMOGRAFOS Y ALGUNAS CAMPANAS EMPEZARON A SONAR POR LA TREPIDACION

(En página 10)



HE AQUÍ EL ÚLTIMO MAPA SISMOLOGICO OFICIAL, RECOGE LAS ZONAS SUSCEPTIBLES DE SISMOS EN ESPAÑA, COMO SE ADVIERTA, PARTE DE LA PROVINCIA DE LA CORUÑA FIGURA INCLUIDA EN AQUELLAS, CON UNA INTENSIDAD DE VI, QUE, SI BIEN NO LLEGA A INQUIETAR SERIAMENTE, PUEDE LLEGAR A PRODUCIR LIGEROS DAÑOS, SEGUN EXPLICAMOS EN PAGINAS INTERIORES.

Figura 6.50. Noticia de La Voz de Galicia conteniendo mapa de la PDS-1. Terremoto 28-02-1969

DÉCADA 1971-1980

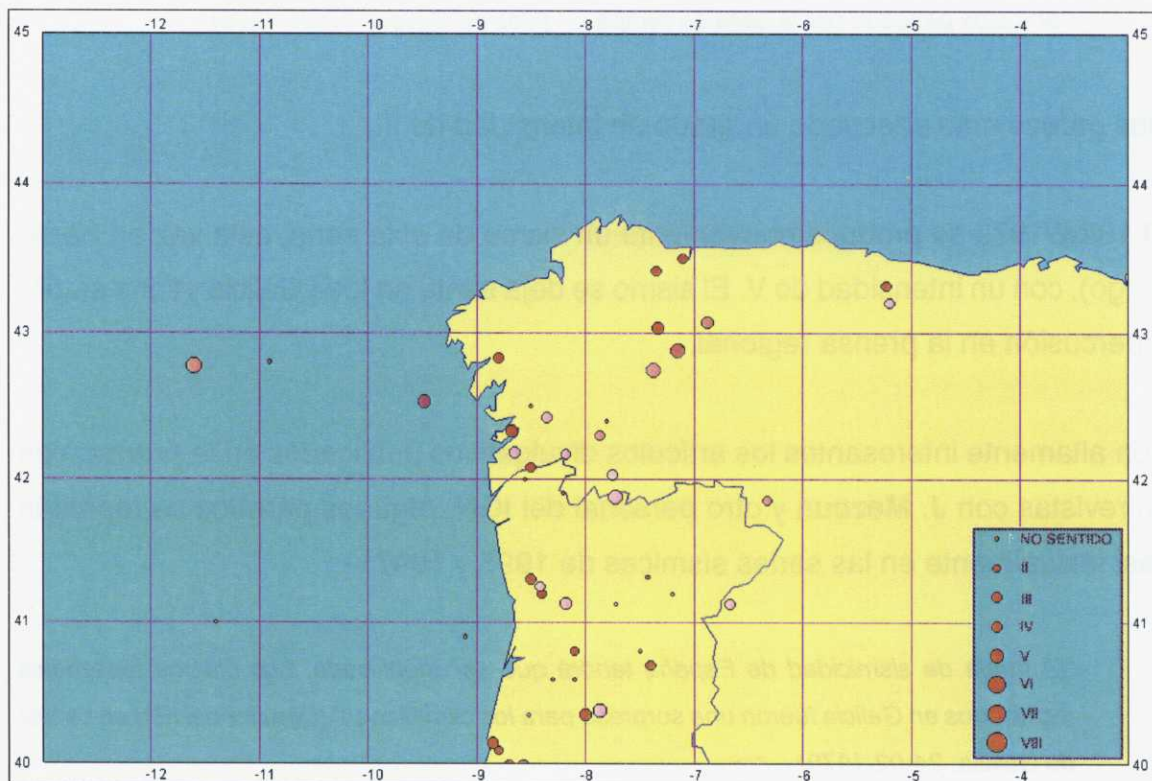


Figura 6.51. Terremotos gallegos entre 1971-1980.

La instalación del observatorio sismológico de Santiago de Compostela significará el auténtico comienzo de la época instrumental en Galicia, aumentando de forma considerable la calidad de los registros aunque, como veremos, con unos inicios ciertamente “experimentales”.

El primer sismo de esta década del que tenemos referencias en la prensa analizada es el ocurrido en Becerreá (Lugo), el 16/01/1979. El IGN lo cataloga con un intensidad de VI, a todas luces exagerada:

“...Fue de brevísima duración y muy atenuado, ya que en algunas casas, ni siquiera llegaron a oscilar las lámparas.

Se enteraron quienes a aquellas horas se hallaban despiertos y, pese a ello, hubo personas que no le dieron crédito, confundiéndolo con el trepidar producido por el paso de algunos vehículos pesados por la calle en rampa....” (Voz de Galicia, 17-01-1979)

Nos parece más adecuado un grado de intensidad de III.

El 15/02/1979 se produce nuevamente un sismo de esta serie, esta vez en Sarriá (Lugo), con un intensidad de V. El sismo se deja sentir en toda Galicia y tiene amplia repercusión en la prensa regional.

Son altamente interesantes los artículos divulgativos publicados en la prensa, con entrevistas con **J. Mezcua** y otro personal del IGN. Algunos párrafos se repetirán casi textualmente en las series sísmicas de 1995 y 1997:

“El mapa de sismicidad de España tendrá que ser modificado. Los últimos terremotos registrados en Galicia fueron una sorpresa para los científicos..” (Director del IGN en La Voz de Galicia, 24-02-1979).

Lo chocante no es lo señalado sobre la actividad sísmica gallega, ya que esta serie es similar a otras ocurridas, como hemos ido viendo. Lo preocupante es que textos prácticamente idénticos a estos aparecerán en la prensa después de las series sísmicas de Sarriá-Becerreia de 1995 y 1997, con frases como “..*habrá que investigar más en la zona..*”, “..*son inusuales..*”, etc.

Consideramos de interés la entrevista con **J. Mezcua** realizada por *La Voz de Galicia* el 16-2-1979, que transcribimos a continuación:

“Estamos estudiando con todo detenimiento este fenómeno ya que esta actividad es, en cierto sentido anormal en Galicia. Sabemos que se trata de terremotos no muy importantes, pero nos sirven para determinar una zona de interés y hasta tratar de indagar las razones por las cuales se producen.

Respecto al terremoto ocurrido hoy en la provincia de Lugo, en las cercanías de Asturias, afirma que 'todavía no se conocen los daños. Estamos recibiendo datos en este momento. Si lo sabemos que se produjeron ruidos y que se sintió perfectamente por personas. Estamos todavía recibiendo los datos, pero quizá sea difícil evaluarlos, dada la propia dificultad de comunicaciones de la zona'.

El terremoto de Lugo es de una magnitud 5.5 (LG), un sistema de medida por medio de un tipo de ondas -añade- ya que la escala Richter no sirve para las características españolas. 'La magnitud, de un terremoto -puntualiza Mezcuá- es una simplificación para medir la energía que libera. Por ejemplo, una magnitud de 6.5 (LG) sería equivalente a la explosión de la bomba atómica de Hiroshima.'

Las zonas españolas de mayor actividad sísmica son el Sur, Sureste y Pirineo -añade-. Ahora parece que se ha despertado una mayor frecuencia en Galicia. Claro que se trata de terremotos, al menos hasta ahora, de poca importancia, pero que pueden tener una enorme importancia científica para el conocimiento de la zona, precisamente a causa de su anomalía.- (EFE)."

En el sismo anterior del 16 de enero el catálogo oficial indica una intensidad de VI, que indicábamos claramente exagerada. Sin embargo ahora el IGN nos indica que ese sismo tenía menos intensidad que el presente, cuando a éste le dá un grado menos de intensidad (V) que el primero (VI).

Aparecen algunos datos interesantes en la entrevista y en el escrito del IGN, como que la escala 'Ritcher' no es válida para España, apareciendo la escala 'LCSS' propuesta por el propio IGN. Notas como que la escala 'Ritcher' tiene un tope superior de 10, etc. Incluso aparece en la nota del IGN una referencia de que, para poder determinar el epicentro exacto, necesitan de los cuestionarios macrosísmicos remitidos por los distintos Ayuntamientos.

Cabe destacar también la localización errónea del sismo por el IGN en Castroverde en un primer momento.

Se incluye mapa de intensidades, gracias a los abundantes datos que se poseen.

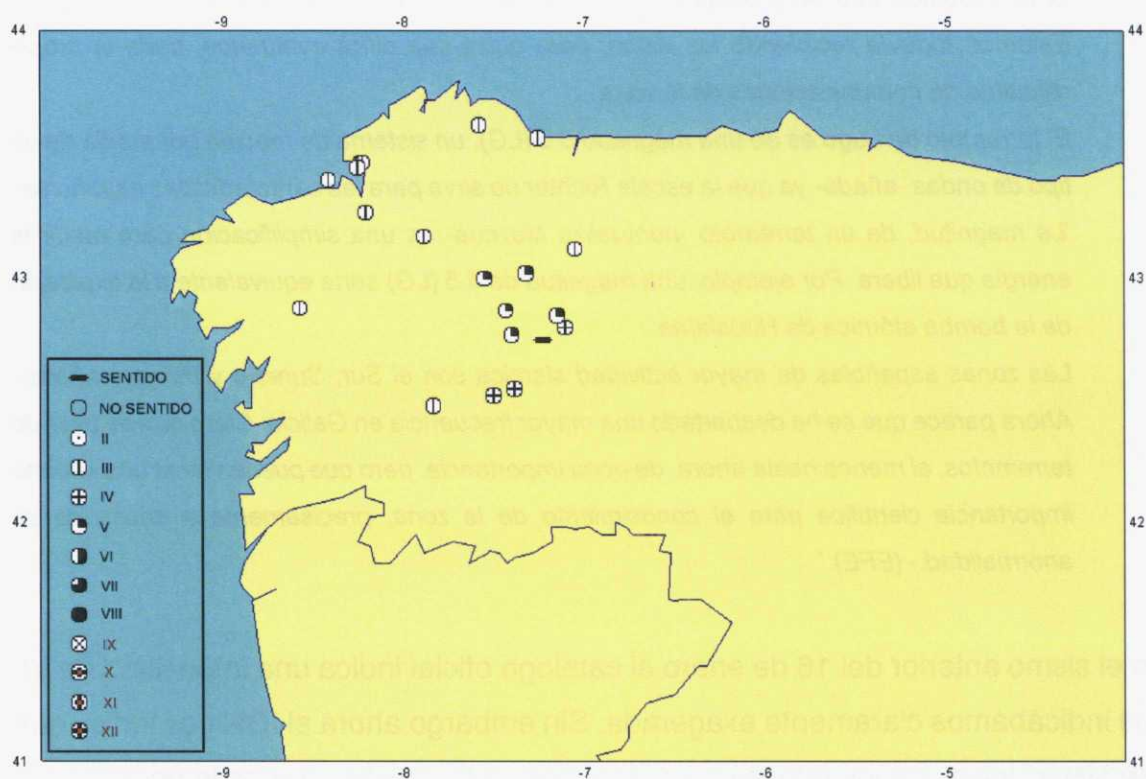


Figura 6.52. Mapa de intensidades del terremoto de SARRIA 15-02-1979.



Figura 6.53. Portada de La Voz de Galicia sobre con el terremoto de 16-02-1979.

Al día siguiente, el 16/02/1979 se produce un nuevo sismo de foco atlántico, demasiado alejado para considerarlo un réplica del de Sarriá. El sismo alcanza una intensidad de V, localizado en las costa Oeste coruñesa y de Pontevedra, desde Riveira hasta Vigo.

El 20 del mismo mes vuelve a temblar la tierra, esta vez en Arnoia (Orense), con una intensidad de IV, sentido además en Orense, Allariz, Maceda y Xunqueira de Ambía.

Aún en este mes de febrero temblará la tierra el día 23 en Salvaterra do Miño (Pontevedra) con una intensidad de III, al igual que otro de la misma intensidad en Mondoñedo (Lugo), el día 26.

No se han encontrado referencias en la prensa consultada sobre el sismo

catalogado el día 12/05/1979 en Castroverde (Lugo), pero sí lo hace el de día 18/12/1979 en Becerreá (Lugo), con intensidad de V, seguramente ligado a la serie de febrero.



Figura 6.54. Mapa sísmico publicado en La Voz de Galicia 19-12-1979 sobre el terremoto de 18-12-1979 en Becerreá.

El 06/10/1980 se produce un temblor en Marín, con intensidad V, sintiéndose en casi toda la franja costera de Pontevedra. Se cambia la localización al ser Marín la localidad mas afectada.

Por último, el 25/11/1980 ocurre un sismo en Ponte Caldelas (Pontevedra), con intensidad nuevamente de V.

DÉCADA 1981-1990

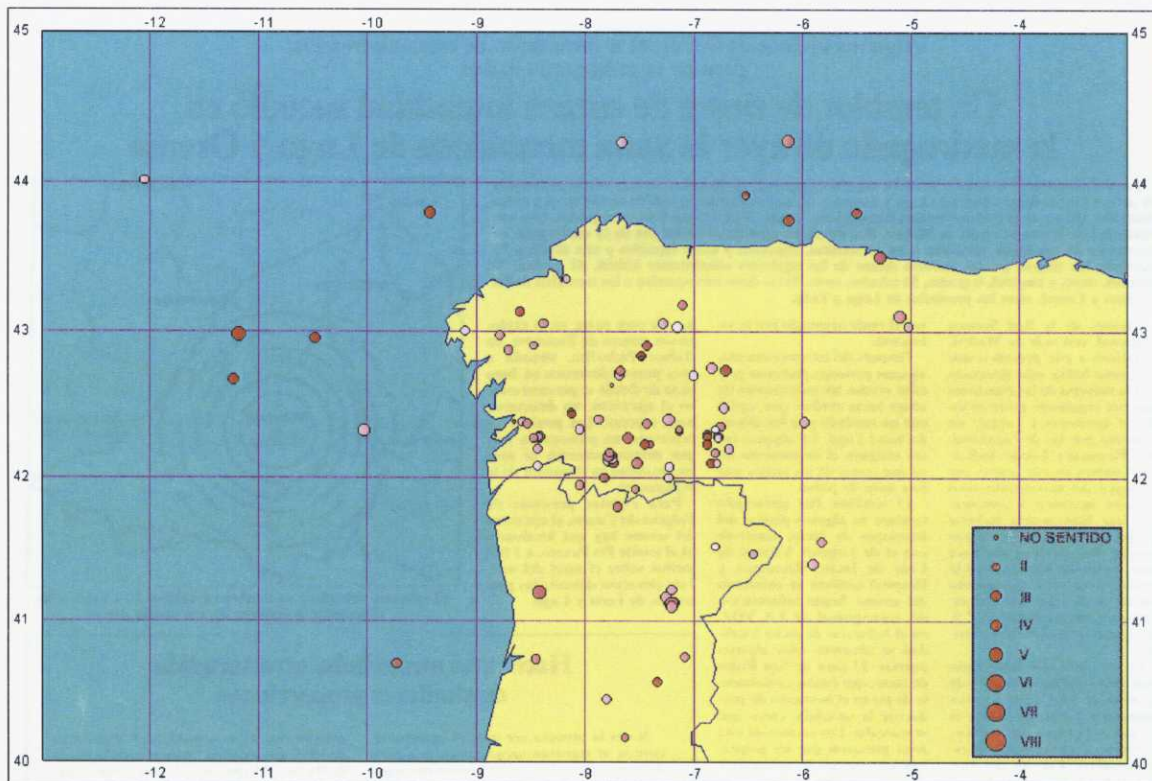


Figura 6.55. Terremotos gallegos entre 1981-1990.

Una simple mirada al mapa de esta década es suficiente para ver la ganancia de calidad obtenida gracias al observatorio sísmico de Santiago, los diversos colores indican profundidades de epicentros, hasta ahora casi siempre desconocidas.

El primer sismo de esta década del cual tengamos constancia que se llegó a sentir por la población, es el ocurrido el 09/11/1983 frente a las costas coruñesas atlánticas, sentido en un práctica totalidad desde Riveira a La Coruña, aunque con un grado de intensidad III.

El 29/08/1984 se sentirá un temblor similar en Ponteareas (Pontevedra).

Se sentirá con más intensidad (IV) el producido en Quiroga (Lugo) el 04/07/1986. Se incluye mapa esquemático publicado en *La Voz de Galicia* (6-7-1986).

Algunos vecinos de O Caurel se levantaron de cama alarmados, pero no se produjeron daños

Un temblor de tierra de escasa intensidad sacudió en la madrugada de ayer la zona montañosa de Lugo y Orense

Lugo (Redacción). Un temblor de tierra sacudió ligeramente en las primeras horas de la madrugada de ayer el Vite de las provincias de Lugo y Orense y fue especialmente perceptible en O Caurel y zonas limítrofes, así como se produjeron temblores graves. La sacudida, que duró pocos segundos, tuvo una intensidad de 3,4 en la escala de Richter. Fue detectado poco antes de las dos de la madrugada, en concreto a las una hora, cincuenta y un minutos, cincuenta y cinco segundos y seis décimas. El epicentro fue situado por los técnicos dentro de las siguientes coordenadas: latitud, 42 grados, 58 minutos, norte, y longitud, 6 grados, 58 minutos, oeste. Estos datos corresponden a las montañas de Os Ancares y Caurel, entre las provincias de Lugo y León.

Fuertes de la Red Sísmica Nacional, con sede en Madrid, señalaron a este periodo que el sismo había sido detectado por la mayoría de las estaciones que este organismo posee en todo el territorio nacional, en concreto por las de Guadarrama, Plasencia y Toledo. Indican también en este centro que el origen del movimiento tuvo carácter tectónico y comentan que bien podría haberse producido la fractura de algún pliegue. Los datos es que hace unos meses fue registrado en la misma zona otro movimiento similar al de ayer, con una intensidad aproximada de 2,9, pero pasó totalmente inadvertido.

El movimiento registrado ayer alertó a algunos vecinos de la zona de O Caurel y otros municipios limítrofes, como es el caso de O Incio, según informaron los correspondientes de este periodo. Fuentes del Caurel afirmaban también por su parte que el movimiento había pasado casi inadvertido para la mayor parte de los vecinos de las comarcas situadas en el epicentro del temblor. «Actualmente, proceso un técnico en la materia —se produce en el mundo— consecuencia de las de estas características de las que se son perceptibles más decaídas». La Red Sísmica Nacional transmitió los detalles del temblor al servicio de Protección Civil de Lugo que se mantuvo en alerta.

Según detalles aportados por vecinos de Folgoso do Caurel al correspondiente de este periodo, las reacciones tras el movimiento fueron diversas. Algunas personas que a esa hora de la madrugada todavía no habían concluido el sueño, sintie-

ron el ruido originado por la vibración.

Después del estremecimiento, algunas personas pudieron percibir como un movimiento de algo hacia arriba que según con un ruido y se fue alejando hacia Lugo. En algunas casas antiguas, el movimiento hizo que cayese de los techos una fina nube de polvo.

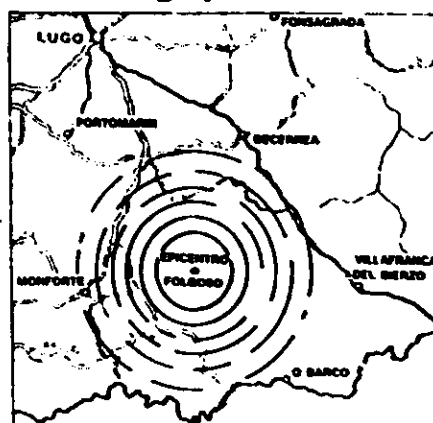
El temblor fue apreciado también en algunos puntos del municipio de Incio, limítrofe con el de Folgoso. Vecinos de Cruz de Incio, Recadigos y Hospital también se enteraron del sismo. Según información del correspondiente de LA VOZ, en el balneario de dicha localidad se abrieron solo algunas puertas. El cura de San Pedro de Incio, que estaba casualmente de pie en el momento de producirse la sacudida, creyó que se mareaba. Los vecinos de esta zona pensaron que les golpeaban las puertas de sus casas y algunos se asustaron.

En O Caurel hubo casos realmente curiosos y varios vecinos recordaban en la mañana de ayer que los perros les habían dado una noche terrible por sus constantes aullidos y ladridos. Sus adormecidos comportamientos extraños en otros animales. La central telefónica de Folgoso quedó durante algunas horas de la mañana de ayer sin servicio como consecuencia de una avería que según los técnicos, fue casual. Al mismo tiempo falló la luz en la zona durante bastantes horas, aunque con posterioridad fue restablecido el servicio.

A raíz de conocerse la noticia del temblor de tierra hubo numerosas llamadas, sobre todo de familiares de personas que pasan sus vacaciones en la zo-

na. De otra parte, en la explotación minera de Estanosa, en Rubián-Pedrafita, situada a muy pocos kilómetros en línea recta de donde se presume estuvo el epicentro, no detectaron nada especial. Los posibles vibraciones, no provocaron ningún derrumbamiento ni otra anomalía en el interior de la explotación.

Para algunas personas de Folgoso do Caurel, el epicentro del sismo hay que localizarlo en el monte Pía Passaro, a 1.624 metros sobre el nivel del mar. Esta elevación debilita las previsiones de León y Lugo.



El epicentro del sismo se localizó en Folgoso do Caurel, y las vibraciones se sintieron en una amplia zona

Hace unos meses hubo otra sacudida de similares proporciones

No es la primera vez que, en tiempos recientes, se registran sacudidas en una parte de la provincia de Lugo. El fenómeno registrado ayer, en las edificaciones finales de la cordillera Cantábrica, por donde discurren los límites de Galicia y León, tuvo un antecedente reciente: «sacudida premonitrice», en expresión sismológica —apenas hace unos meses—, de hecho, apenas si fue percibido por algunas personas.

El 18 de diciembre de 1979 hubo otro temblor. En esa ocasión se apreció el sismo con mayor intensidad fue en las zonas montañosas de Becerreá, Pedrafita y O Caurel y se llegó a sentir, aunque de manera apenas perceptible, en otras localidades de la provincia, como Lugo, Fonsagrada, Rubade y Sarria. La anécdota más pintoresca sucedió en Becerreá, donde comenzó a sonar la alarma de una oficina bancaria hasta que un empleado se desahogó a desahogarla. El temblor fue de una magnitud de 4,2 y afectó también a la parte occidental de Asturias.

Otro temblor de tierra, más intenso que el

anterior, fue el que se produjo el 24 de enero de 1981, que alcanzó 5,6 puntos en la escala de Richter. El epicentro de este sismo estuvo a unos cien kilómetros de Lugo, en el Océano Atlántico. No solo se dejó sentir en algunos puntos de la provincia de Lugo sino en otros de Galicia, como Pontevedra, donde fue desahogado el Instituto de Xunqueira. En Lugo capital fue advertido a las seis y cuarto de la tarde y fue perceptible en los pisos altos, donde cayeron las lamparas y trepidaron los cristales de las ventanas. La Pteronotus, algunas personas llegaron a salir de sus casas, comentando en la calle sus impresiones sobre el fenómeno. No hubo noticias de que hubiera alcanzado a las serras orientales de Ancares y O Caurel.

Galicia, y concretamente la provincia de Lugo, en la que estos fenómenos geológicos se dieron con mayor frecuencia, no es tierra propicia de temblores de tierra. Los que se han registrado, raramente han pasado del punto 5 de la escala de Richter, magnitud que se traduce en escaso peligro de daños o derrumbamientos.

Figura 6.56. Mapa sísmico publicado en *La Voz de Galicia* 6-7-1986 sobre el terremoto de 4-7-1986 en Quiroga.

No hemos visto, en la prensa analizada, noticias sobre el sismo ocurrido el 15/01/1987 en Xinzo de Limia (Orense).

Sí se que recoge, sin embargo, el ocurrido en Negreira (A Coruña), el 04/02/1987, con una intensidad de IV, sentido en lugares cercanos como Rois, Teo, Brión o Santiago de Compostela. Incluimos mapa esquemático publicado en *El Correo Gallego* de día 6-2-1987.

El Correo Gallego

Fundado en 1878

Nº 37.828

Editorial Compostela, S. A.

Viernes, 6 de Febrero de 1987

100 Ptas



Figura 6.57. Mapa sísmico publicado en *El Correo Gallego*. 6-2-1987 sobre el terremoto de 4-2-1987 en Negreira.

No hemos visto, en la prensa analizada, noticias sobre el sismo ocurrido el 30/05/1987 en Taboada (Lugo). Si que aparecerá reflejado el ocurrido el

29/07/1988, con intensidad III, ocurrido en el Atlántico, en los márgenes del Banco Gallego, sintiéndose en la práctica totalidad de la costa Oeste gallega, aunque también en lugares tan distantes como Lugo o la zona de O Caurel. Tampoco encontraremos referencias del ocurrido el 08/10/1988 en Castroverde (Lugo), catalogado con intensidad IV, ni el ocurrido el 07/12 del mismo año en Dumbría (A Coruña), con intensidad III, o el ocurrido el 12/12 en Allariz (Orense), también con intensidad III.

En 1989 aparecerá reflejado en la prensa el temblor ocurrido el 09/02 en Vilaboa (Pontevedra), con una intensidad de III. Es curioso que el catálogo oficial no incluya datos sobre la profundidad del sismo, cuando se aporta ésta a la prensa (5 km). El sismo se sintió en la parte Sureste de Pontevedra. No se han encontrado referencias del ocurrido el 30/08 en Laza (Orense), también con intensidad III.

En 1990 se refleja el temblor ocurrido el 26/07 en Redondela (Pontevedra), con un intensidad II-III, ocurriendo otro el 22/11 en Maceda (Orense), con la misma intensidad, del que no se han encontrado referencias.

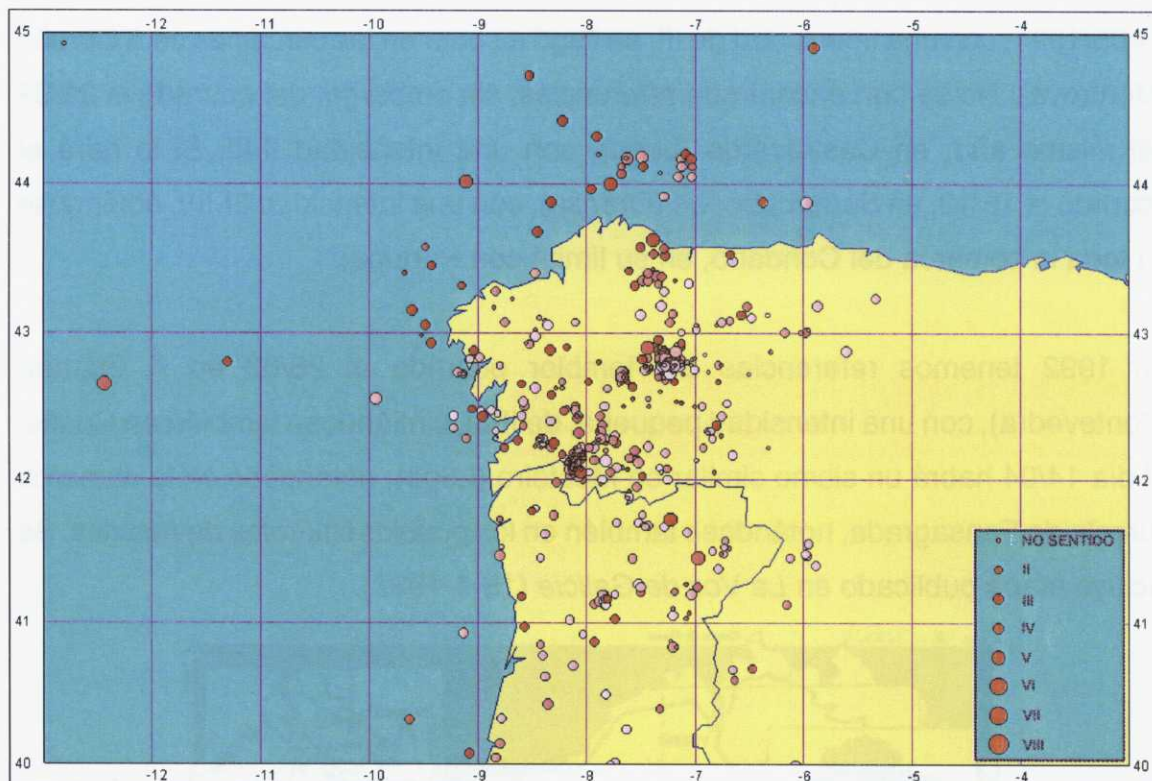
DÉCADA 1991-1999

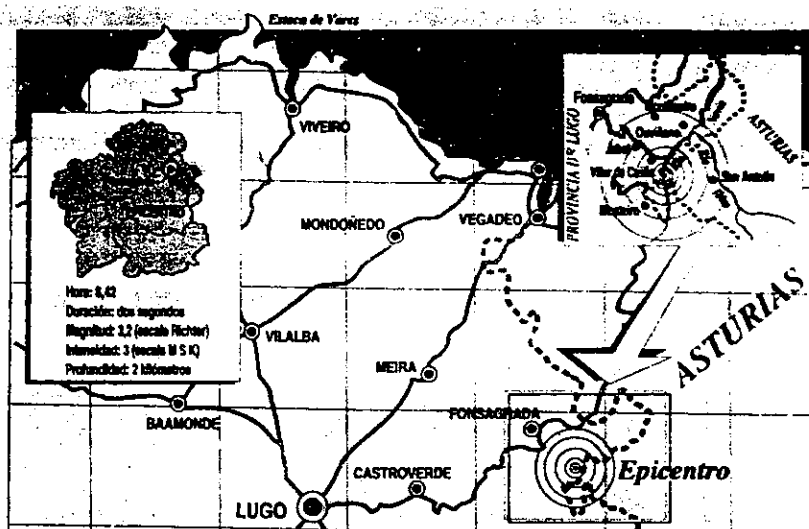
Figura 6.58. Terremotos gallegos entre 1991-1999.

Llama inmediatamente la atención, si miramos el mapa de esta década, la gran densidad de sismos. Debemos pensar que se superponen 3 series sísmicas: las dos de Sarria-Becerreá (1995 y 1997), así como la de Celanova. Aparecen reflejados así mismo en esta segunda mitad de la década un gran número de sismos menores, registrados por los equipos portátiles trasladados a la zona una vez ocurridos los temblores principales de la serie. Recogen pues sismos de pequeña magnitud, normalmente no registrados ni catalogados.

Es corta la memoria colectiva, en escasos seis años ya permanece en el olvido la serie sísmica precedente a la de Sarria-Becerreá. En 1994 fueron numerosos los sismos en la zona de Terra Chá y A Mariña lucense.

El primer sismo registrado en este década será el ocurrido en Santiago el 04/05/1991, con una intensidad de III, se llegó a sentir en las cercanías de A Coruña (Montrove). No se han encontrado referencias, sin embargo, del ocurrido el 25/09 del mismo año, en Castroverde (Lugo), con una intensidad II-III. Si lo hará el ocurrido el 15/12, en Serra Leboeiro (Orense), con una intensidad III-IV, notándose en toda la comarca del Condado, en su límite con Portugal.

En 1992 tenemos referencias del temblor ocurrido el 25/02 en A Estrada (Pontevedra), con una intensidad pequeña, de II-III, sintiéndose también en Cuntis. El día 14/04 habrá un sismo similar en Mosteiro (Lugo), notándose en la comarca sureste de Fonsagrada, notándose también en los pueblos limítrofes de Asturias. Se incluye mapa publicado en *La Voz de Galicia* (15-4-1992).



También afectó a pueblos de Navia, Negueira e Ibias, pero no provocó daños importantes

Un terremoto de 3,2 grados en la escala Richter sacudió aldeas de la zona sureste de Fonsagrada

Lugo (Redacción). Un terremoto de una magnitud de 3,2 en la escala Richter y de una intensidad de III, en la escala MSK, hizo temblar una amplia zona del sureste de Fonsagrada y de muchos próximos de los municipios de Navia de Suarna y Negueira de Muíla, en la provincia de Lugo y San Antolín de Ibias, en Asturias. Los vecinos de las al-

deas afectadas escucharon un ruido muy fuerte, que confundieron con un trueno y al mismo tiempo comprobaron como se estremecían las casas y se movían los muebles. La sacudida, registrada por los sismógrafos del Instituto Geográfico Nacional a las ocho horas, 42 minutos y tres segundos, duró poco más de dos segundos.

Figura 6.59. Mapa sísmico publicado en *La Voz de Galicia*. 15-4-1992 sobre el terremoto de 14-4-1992 en Mosteiro.

Seguimos registrando eventos este año con el ocurrido el 11/06 en Allariz (Orense), con intensidad II-III, notándose también en municipios como A Merca, Xunqueira de Ambía, Taboadela o Paderne de Allariz. Se notará también en Galicia el sismo ocurrido en Macedo de Cavaleiros (Portugal), el 25/10, con una intensidad IV-V, notándose en la parte Sur de Orense, en poblaciones como A Mezquita o Vilardevós. En esta zona gallega se sintió con una intensidad estimada de III.

En 1993 sólo transcenderá al público el sismo de 12/11, en Xinzo de Limia (Orense), con una intensidad II-IV, suficiente como para que fuera el objeto de conversaciones y noticias durante un par de días. Comienzan a aparecer en la prensa regional artículos comentando el número de terremotos, aparentemente anormal, que van ocurriendo en los últimos años, como se puede ver en la página que se reproduce de *La Voz de Galicia* (13-11-1993).

El año 1994 será movido. Comenzará el día 07/04, en Outeiro de Rei (Lugo), con un sismo de intensidad III-IV, sentido en la comarca de la Terra Cha. En la prensa siguen saliendo artículos resumiendo los sismos ocurridos en los últimos meses, como el de *La Voz de Galicia*, de día 8-4-1994.

El 12 de abril se siente un sismo entre II y III en Taboada (Lugo), muy local. Algunos autores ligan este sismo y otros parecidos vengan influidos por la presencia del embalse de Belesar, que se acabó de construir a comienzos de los 60. Pocos días después, el 15 de abril, vuelve a temblar la tierra en Mondoñedo (Lugo), esta vez con una intensidad de III. El sismo se sintió en buena parte del Norte de Galicia, sobre todo en la provincia de Lugo. Si bien el sismo tiene una intensidad reducida y muy uniforme, la amplia área macrosísmica nos permite realizar un mapa de intensidades.

En Galicia se producen cada año más de diez seísmos, aunque la población sólo percibe dos o tres

El ronroneo interior que no cesa

No sólo queda lejos tectómicamente Galicia de la costa californiana. También los movimientos sísmicos en Galicia son simples ronroneos de las profundidades de la tierra que nada tienen que ver con la coxteiera explosiva de la falla de San Francisco. En Galicia, hay

entre diez o veinte seísmos al año, pero sólo 2 ó 3 son sentidos por la población. Otros muchos ni se registran al no alcanzar el 2.5 de la escala Richter. Hay que remontarse a 1920 para hablar de un movimiento fuerte, que incluso causó grietas en casas.

SANTIAGO, CESAR CAÑAL
Redacción

Los medidores del Observatorio Geofísico de Santiago, que pertenecen a la red sísmica nacional, recibieron ayer una leve sacudida, superior a los movimientos que periódicamente están acostumbrados a registrar. Se trataba de un seísmo en la zona de Xinzo de Limia. Aunque su magnitud en la escala Richter fue de 3.4, el movimiento fue sentido por la población con un grado 4, de la escala MSK. La escala Richter mide la energía que libera el movimiento, mientras que la MSK cuantifica cómo fue sentido por la población, en el exterior, el seísmo.

Este movimiento fue el más fuerte del año. Hay que remontarse al 9 de octubre de 1992 para encontrar seísmos parecidos. Ese día se producía un movimiento de 3.4 en la escala Richter, en Orense. Aunque el seísmo sólo se notó en la población, con un grado 3 de la escala MSK. Días después, el 25 de octubre, hubo un movimiento sísmico en el norte de Portugal que se llegó a sentir en el sur de Orense. Este seísmo alcanzó un 4.1, de la escala Richter. En el presente año es la primera vez que se llega al 3.4, de la misma escala.

Movimiento

El Observatorio Geofísico registró este año otros siete seísmos: El 7 de enero, 3.2, de la escala Richter, en Cercedo (Pontevedra); el 8 de enero, 3.1 en Veiga (Orense); el 9 de febrero, 2.7 en Cortegada (Orense); el 3 de marzo, 2.9 en O Grove (Pontevedra); en agosto, 3 en Malpica (La Coruña); el 22 de septiembre, 3.1 en A Perreira (Orense); y el 30 de octu-



bre, 3.2 en el norte de Mondoñedo pero con epicentro en el mar Cantábrico. Lo normal es que se registren más de diez movimientos de este tipo al año. Otros muchos seísmos muy pequeños que no superan el 2.5 de la escala Richter ni siquiera quedan registrados. Se observa en las cifras de 1993 que desde marzo hasta agosto no hubo movimiento alguno.

En comparación con otros años y si se tiene en cuenta si los seísmos son percibidos por la población, en Galicia hay índices muy bajos. Así en 1991 sólo se notaron dos; en 1992 fueron cinco los seísmos percibidos; y en 1993, sólo el de ayer. Otros años mantienen índices parecidos: en 1987, tres percibidos; en 1988, dos; y en el 89, dos. Estas cifras demuestran que normalmente en Galicia se perciben una media de dos o tres seísmos al año.

«Galicia no es preocupante»

Así de contundente se mostró el responsable del Observatorio Geofísico de Santiago, Luis Mendoza. «Galicia no es una zona preocupante por sus movimientos sísmicos», expresó el experto, al tiempo que añadió que «no se conocen históricamente catástrofes por estos motivos».

Este centro, que depende del Instituto Geográfico Nacional y está incluido en la red sísmica nacional, tiene cuatro puntos de medición en la comunidad: Santiago, Mondoñedo, A Rúa y otro en la parroquia viguesa de Zamáns.

Según los expertos, Galicia no alcanza los niveles más delicados en estos temas que tienen Cataluña y Andalucía, «donde sí se registraron terremotos». También detallan que los niveles de movimientos sísmicos «son más altos en la comunidad gallega que en Castilla-León o Asturias. Pero en todo caso «no existe peligro».

El hecho de que se registren pequeños seísmos se debe a que el interior de la tierra siempre está en movimiento. En Galicia hay un mapa de fallas, pero sin la trascendencia de otras como la de San Francisco en la costa de California. La circunstancia de que en los últimos años se produjeran más seísmos en Pontevedra y Orense no quiere decir nada, a juicio de los expertos.

«Todas las provincias de Galicia tienen un nivel parecido, se distribuyen placas por toda la geografía», aclara el propio Luis Mendoza. La mayoría de los seísmos, es el caso de Galicia, son de origen tectónico, por los movimientos de las placas, subplacas y microplacas.

En 1920 hubo un terremoto que provocó el pánico

El peligro más cercano que tiene Galicia en esto de los movimientos sísmicos se llama placa euroasiática. La placa euroasiática pasa por las Azores y tiende hacia el estrecho de Gibraltar. Los movimientos de esta placa son los que provocaron terremotos en la zona del sur de España. A los regates de la euroasiática se debe también el célebre terremoto de Lisboa. La otra placa más conocida es la que recorre la costa del Pacífico cada poco renueve California.

Pero remontándose en el río de la Historia se encuentra un movimiento sísmico en Galicia de cierta relevancia. Fue en 1920 y llegó a tener un grado siete, de la escala MSK.

Pánico

Los periódicos de la época reflejan aquel fenómeno. El seísmo causó grietas y provocó pánico en la población. Tuvo su epicentro en Pontevedra y en sitios como Cuntis hubo casas que vieron dañadas sus estructuras. También de aquel seísmo se reflejan anécdotas en las crónicas de la época, como que se desplomó una piedra de la iglesia de Santa María del Campo en Santiago o que se balanceó el tren que cubría el trayecto Carbal-Santiago. También hubo quien se cortó atemorizado y tres chicos saltaron de la ventana de su colegio por el pánico. Todo ello sin daños mayores. El mismo grado de terremoto se produjo diez años antes.

Figura 6.60. Artículo publicado en La Voz de Galicia. 13-11-1993 coincidente con el terremoto de Xinzo de 12-11-1993.

Vieira
8 de abril de 1994

Galicia / 29

El terremoto con epicentro en Rábade tuvo una magnitud de 3,4 grados Richter

Tembló A Terra Cha

Un sismo de 3,4 grados de magnitud en la escala Richter y de III-IV (MSK) de intensidad hizo temblar en las primeras horas de la madrugada de ayer una amplia zona de la comarca lucense de A Terra Cha. La sacudida, de unos treinta segundos, se dejó sentir a las dos horas y diez minutos y fue especialmente acusada

en los municipios de Rábade, Outeiro de Rei, Castro de Rei, Pol, Cospello y otros limítrofes. Los efectos fueron más notorios en algunos de los términos citados, en los que algunas personas se despertaron sobresaltadas por el ruido y el retumbar de las paredes de las casas.

LUGO
Redacción

El Observatorio Geográfico que el Instituto Geográfico Nacional tiene en Compostela captó el temblor que se produjo, según la información de ese centro, en la latitud 43 grados 06 minutos norte y longitud 7 grados 30,9 minutos oeste. La energía liberada (magnitud) fue de 3,4 grados, siempre según la escala de Richter.

De acuerdo con los datos aportados por el observatorio compostelano, que dispone de sensores en las zonas de Mondolado, A Rúa, Vigo y Santiago, el sismo de ayer fue muy superficial, concretamente de unos seis kilómetros. La profundidad media suele oscilar entre los 60 y los 70 kilómetros.

Resulta curioso que el epicentro estuviese en la zona de A Terra Cha, en la que apenas existen montañas. De todos modos, el movimiento se produjo en la corteza, posiblemente por el desplazamiento de alguna pequeña falla.

La Dirección General del Instituto Geográfico Nacional de Madrid situó el epicentro en el municipio de Rábade, a quince kilómetros de la ciudad de Lugo. De hecho, el movimiento se dejó sentir también en algunas zonas de la capital de la provincia.

Punto exacto

Sin embargo, el punto exacto del epicentro, según las coordenadas, podría situarse, al parecer, en algunos especialistas, dentro del término municipal de Outeiro de Rei, limítrofe con el de Rábade, concretamente en las parroquias de Sobrada y Arcos, distantes a unos seis kilómetros de la capital municipal.

SOS Galicia, dependiente de la Xunta, notificó ayer por la mañana al Ayuntamiento de Pol, según el corresponsal de este diario, el movimiento telúrico. La citada institución localiza la sacudida precisamente en dicho municipio.

Los servicios de Protección Civil comunicaron con los cuarteles de la Decanatura para conocer el pequeño movimiento producido. Afortunadamente, todo se quedó en un sobresalto nocturno.



Los vecinos de Rábade, en el municipio lucense de Pol, observan grietas en una vieja casa

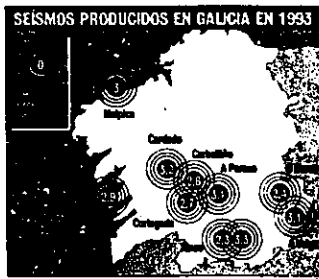
Abril, un mes «movido»

Las coordenadas o parámetros locales del terremoto de ayer lo sitúan entre Sobrada y Arcos, dos parroquias del término municipal de Outeiro de Rei. De hecho, la latitud apuntada por el Instituto Geográfico Nacional tiene una diferencia de un minuto y varios segundos con la de Castro Ribeiras do Lea, que es de 43 grados, 06 minutos. Esta localidad está a unos dos kilómetros de distancia de las dos parroquias citadas anteriormente.

No hay muchos precedentes de movimientos sísmicos en la comarca de A Terra Cha. Expertos en cuestiones geológicas informaron ayer que no dejaba de ser hasta cierto punto sorprendente que en el suelo de dichas parroquias se moviese, toda vez que el terreno superficial está formado por sedimentos diversos.

Se cree que, además, el suelo de la zona era extremadamente pedregoso.

Estos especialistas significan, de todos modos, que a partir de los quinientos o seiscientos metros de profundidad se encontraban grandes masas de cuarzo.



Las condiciones del terreno hacen prever que posiblemente tarde muchísimos años en registrarse otro movimiento en A Chairea. En este caso, nadie aguarda el big one.

Otros seísmos

Los sísmógrafos del observatorio geográfico que el Instituto Geográfico Nacional tiene en Santiago registraron en los últimos años varios movimientos en la provincia de Lugo.

El más reciente es el del 14 de abril de 1992. El epicen-

tro se localizó en el municipio de A Fonsagrada. La intensidad fue de 2,3 grados Richter.

En 1968 se produjeron dos movimientos, ambos de intensidad cuatro. Fueron en Castroverde, el 8 de octubre, y en Taboada, el 30 de abril. Parece por tanto este mes el que se lleva la palma en lo que a sacudidas sísmicas se refiere.

Mucho antes, en 1979, hubo un movimiento de magnitud 6, según la escala de Richter, que se dejó sentir en la provincia de Lugo.

Los vecinos creyeron que había pasado un avión supersónico

Algunos vecinos de Castro Ribeiras do Lea expresaron que en un principio pensaron que se trataba de un trueno. Se levantaron y comprobaron que el viento movía las hojas muy rápidamente. Otros creyeron que había sido un avión supersónico.

El movimiento, en efecto, podía confundirse con el ruido de una aeronave, toda vez que comenzó con una intensidad que duró escasos segundos y, luego, fue perdiéndose suavemente. La sensación era que la sacudida se había iniciado al sureste y que continuaba hacia el noroeste, según relataron algunas personas.

«O primeiro que pensei foi que reventara a caldeira da calefacción. Erguíme e vi que non pesara nada e pensei, inicialmente, un grande trueno», se-ñalou un vecino de Outeiro de Rei que se despertou sobresaltado poucas horas des- de a madrugada do xoves. En este municipio, en el de Rábade y en la localidad de Castro Ribeiras do Lea, fue donde la sacudida se dejó sentir con más fuerza. Son estos núcleos los que se encuentran más próximos a la zona de donde se supone que estuvo el epicentro.

Despertados

Una vecina de Rábade apuntó que su hijo se había despertado llorando. En Castro Ribeiras do Lea varias familias salieron al completo a la terraza y algunas pensaron que había estallado algún electrodoméstico. Sin embargo, nadie tenía constancia ayer de que la sacudida hubiese movido lámparas o roto cristales.

En Pol, según informó el corresponsal de este periódico, no todas las personas llegaron a apreciar la sacudida. Cásicamente los mayores con un sueño más ligero se despertaron de lo sucedido en la noche.

En algunos puntos de la capital lucense también se dejó sentir la sacudida. Una vecina del barrio de A Ponte, en uno de los extremos de la ciudad, apuntó que había notado cómo cambiaban los cristales de las ventanas.

Figura 6.61. Artículo publicado en La Voz de Galicia coincidente con el terremoto de Outeiro de Rei de 8-4-1994.

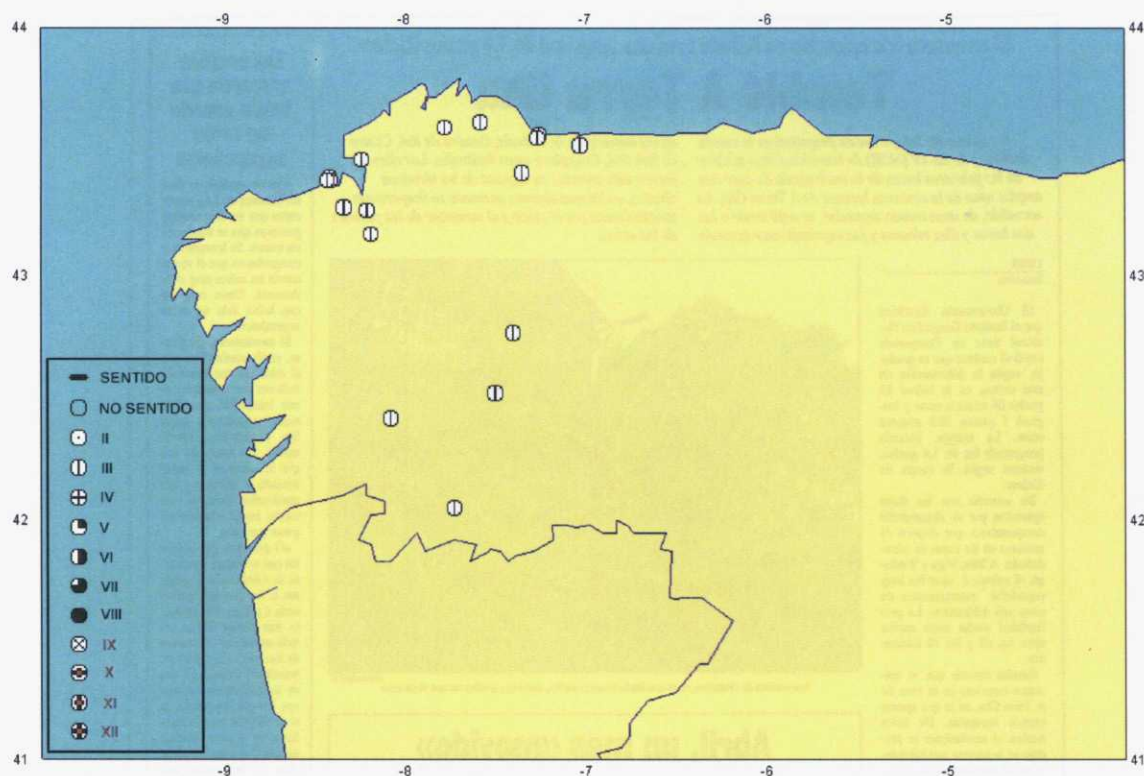


Figura 6.62. Mapa de intensidades del terremoto de MONDOÑEDO 15-04-1994.

El sismo se repetirá el 19 de abril, con una intensidad III, sintiéndose más fuerte en Abadín (Lugo). No tenemos noticias en la prensa consultada sobre la percepción del sismo de Caldas de Reis (Pontevedra), el día 14/05 del mismo año 1994, con intensidad III, pero sí del ocurrido el 22/05 en Foz, con intensidad II. Volverá a temblar A Mariña lucense en este mes de mayo, será el 27, con epicentro en Abadín y una intensidad de II-III, es el noveno de 1994 en esa comarca.

En julio la actividad sísmica se traslada al sur de Orense, en concreto en Vilar de Barrio, el día 10, con una intensidad III-IV. El sismo se sintió de manera muy localizada en varias aldeas de la Sierra de San Mamede. No se notó en las capitales de los municipios de Laza, Vilar de Barrio o Sarreaus.

En agosto, el día 7, vuelve a retomarse la actividad en la serie sísmica en el interior de Lugo, en concreto en Sarria-Becerreá, sintiéndose en Abadín y O Corgo, con intensidad de II.

Después de la intensa actividad sísmica en esta serie lucense de 1994 —y sin embargo casi olvidada—, llegamos al año 1995.

Comenzará este año con un sismo marino, al Norte de Ortigueira (A Coruña), con una intensidad de IV-V. El sismo se sintió en todo el Norte de la costa coruñesa y lucense. Se incluye mapa publicado en La Voz de Galicia el 16-3/1995 sobre este sismo, con indicación de las localidades afectadas.

El seísmo alcanzó una magnitud de 4,3 grados y provocó temor en localidades del Cantábrico

El norte de Galicia tembló ayer varios segundos por efecto de un terremoto

Un seísmo con una magnitud de 4,3 grados en la escala de Richter afectó a última hora de la tarde de ayer a numerosas localidades de las provincias de La Coruña y Lugo. En Ferrol los efectos atemorizaron a la población y algunas personas salieron de los edificios.

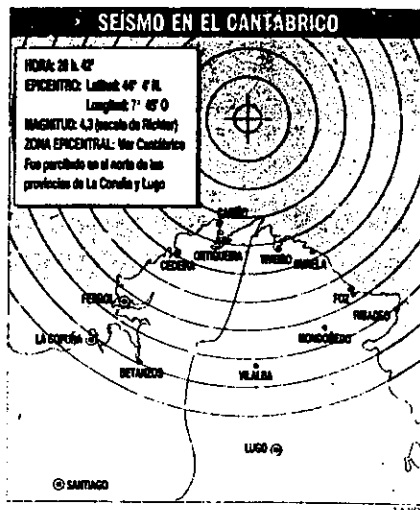
Según los datos del Observatorio Geofísico, el

epicentro del seísmo estuvo localizado al norte de Ortigueira, en el Cantábrico. La distancia entre el epicentro y la costa mitigó el efecto del seísmo, el cual tuvo una magnitud algo superior al que se produjo en el mes de abril del pasado año y que tuvo su epicentro localizado en Mondoñedo.

SANTIAGO
Redacción

Los datos facilitados por el Observatorio Geofísico que dirige Luis Mendoza sitúan el epicentro del seísmo al norte de Ortigueira, a unos 120 kilómetros al nordeste de la ciudad de La Coruña, aproximadamente. El epicentro fue localizado en una latitud de 43 grados, 57 minutos al Norte y una longitud de 7 grados y 53 minutos al Oeste. Los datos oficiales fijan el temblor a las 20.42 horas y lo sitúan en el mismo punto que el registrado el pasado 11 de enero con una magnitud de 2,9 grados.

Si bien la magnitud del seísmo fue de 4,3 grados, la intensidad —que hoy podrá ser precisada con más detalle por los centros de observación— se situaría en las localidades más



varias de estas últimas quedaron saturadas debido a las muchas comunicaciones que hicieron los ciudadanos.

Fuentes de Protección Civil indicaron que no se produjeron ni daños personales ni materiales en toda la comarca, aunque en localidades como Gufsamo, Sada, San Pedro de Nós o Porriño fueron en las que más se notó el movimiento sísmico.

En Ferrol las llamadas telefónicas de personas alarmadas por el temblor colapsaron la centralita de la policía local, informa nuestra Redacción en esta ciudad. Sin embargo, y de acuerdo con los datos facilitados por los propios agentes, ninguna de las llamadas daba cuenta de daños: todos los comunicantes hablaban de movimientos de tabiques, temblores de cristalerías, crujir de puertas y todo tipo de fenómenos de

Figura 6.63. Localidades afectadas por el sismo de 15-3-1995 La Voz de Galicia, 16-3-1995.

El 10 de noviembre de este año 1995 se siente en la comarca de O Condado, en concreto en Mondariz, un temblor con intensidad II, percibido también en Covelo y Piñeiro.

El 29 de noviembre se produce el primer temblor importante de la serie Sarriá-Becerreá, con una intensidad de VI y notado en la totalidad de Galicia y buena parte de la mitad noroeste del país. Esta serie es analizada en el apartado correspondiente. Señalar que de aquí a final de año serán casi diarias las notas en la prensa regional.

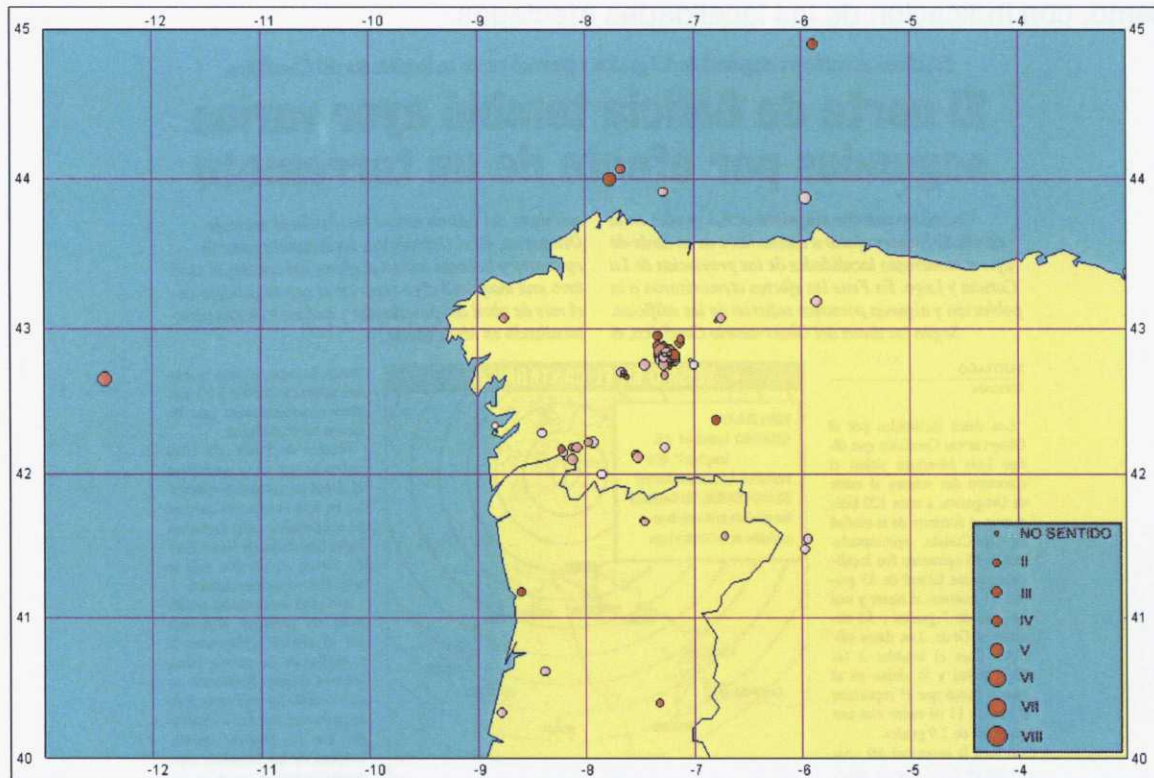


Figura 6.64. Terremotos gallegos en 1995. Se ve perfectamente la actividad Sarriá-Becerreá.

La última sacudida



UNA CRUZ DE MEDIA TONELADA SE CAYÓ DEL CAMPANARIO DE BECERREÁ



MARÍA Y SU HIJA YESSICA SEÑALAN LA GRIETA QUE SE ABRIÓ EN EL MURO

‘Foi unha noite do demo’

◆ AULLABAN LOS PERROS. LA TIERRA RUGÍA DESDE SUS ENTRAÑAS. LA LUZ SE FUE Y LOS TELÉFONOS ENMUDECIERON. EL TERROR RECORRIÓ EL ALMA Y EL CUERPO DE CIENTOS DE LUCENSES QUE VIVIERON LAS PEORES HORAS DE SUS VIDAS

Primero fue el viento huracanado, barriando Triacastela y las aldeas cercanas. Un aire frenético, de gran temporal, que amainaba sólo con los

temblores, para volver a soplar con más brío cuando el seísmo acababa. Los perros aullaban; los gatos corrían como poseídos y las vacas parecían llorar.

Las viviendas temblaban desde sus cimientos. Y la electricidad se unió al 'cumplot' de los elementos, dejando a todos en la más completa oscuridad.

Pero lo peor, lo realmente terrorífico, fue el rugido de la tierra, profundo e infernal, que parecía ascender desde el mismo corazón del planeta.

BECERREÁ. M. Sabatelllo. Los ojos color cielo de María del Pilar Sánchez, de 32 años, siguen enrojecidos y guardan una mirada de pavor: "Fue espantoso. Aún nos tiembla el cuerpo", dice, entre estrecha entre sus brazos a su hija Yessica, de 8, y señala las grietas que el seísmo abrió en los muros del bar que regenta en Triacastela. El local permanecía abierto cuando llegó el terremoto. Los parroquianos salieron corriendo, mientras los objetos caían al suelo, con un sonido sólo apagado por el gran estruendo que subía desde las entrañas del mundo.

Noche negra como la muerte

En medio de la fría y lluviosa noche, negra como la muerte, el pueblo entero (un centenar de vecinarios) se reunió en un descampado junto a la carretera. Una estraña y acompajante cita telúrica con las misteriosas montañas como únicos testigos, y cuyas sagradas piedras juntan sus peregrinos para llevar a Santiago. Reunieron todos los coches y camionetas, unos 30 vehículos, y permanecieron en ese lugar hasta que amaneció.

"Como allí no hay edificios, nos utilizamos a salvu, pues por lo menos no podía caerme nada sobre nuestras cabezas. Los temblores se sucedían cada 15 minutos, pero era más suaves que el primero. Sin embargo, pasadas las cinco de la mañana, vino otro muy fuerte. Algunas mujeres lloraban. Otras gritaban", cuenta Jaime

"Nos quedamos incomunicados y no supimos lo que ocurría hasta pasadas las dos de la mañana, cuando comenzaron a decir por la radio que el centro del terremoto estaba en nuestro pueblo", explica Pedro Ríos, de 45 años, cedido de la mano de su sobrino Javier, de 12, al que el temblor lo pilló en la cama. Una vez en la calle, Pedro se dio cuenta que sus padres seguían en la cama. Fue a por ellos y los encontró atemorizados, intentando vestirse en las tinieblas. "Es algo que no quiero vivir nunca más", apostilla.

Numerosas casas resultaron afectadas, sobre todo las más viejas, a las que se le abrieron grietas. A pesar del cansancio, sus habitantes dormirán esta noche con un ojo abierto.

Una vecina sufrió heridas al caerse a oscuras por una escalera, por la que intentaba ganar el espacio exterior. Otra está con calmantes.

En las cercanas aldeas de Toldados, Gullfrey, Santalla o Armentis, la situación parecía aún más grave. Son pequeños núcleos y hay casas desperdigadas. "No sabía qué hacer", dice Sara Rubio, de 58 años. "Me quedé aquí fuera, al lado del coche. No veía luces en ninguna parte. Pensé que había llegado el fin del mundo". Lo mismo sintió Pedro Torres Celeiro, de 71. "Pasé un mal día del día", confiesa.

Tras el primer temblor, Pilar Carballo, viuda, sin hijos, de 68 años, hizo un rápido repaso de to-

da su vida. "Me sentí en el campo. No tenía más que una bala sobre un camión, pero no sentí el frío ni la lluvia. Me puse a pensar en lo bueno y en lo malo que hice en mi vida. Pero perdí a Dios por mis pecados y me alegré de todo lo bueno. Me preparé a morir en paz", dice con un tono natural y nada dramático.

Ayer ningún niño de Triacastela fue al colegio. Sus rostros, con ojos de sus padres, reflejaban el temor y el cansancio. Algunos padres, casas seguras sin luz. "Su perado el apagón, siguieron varios conforcomatos: lo largo de todo el día", explica Pedro Ríos, que tiene el local a oscuras. El ambiente que se respiraba en el pueblo, a las tres de la tarde, era de

tenso calma. Circulaba la versión de que sobre esa montaña iba a ser: pira el terremoto. "Dígan que será una suavis", comenta un parroquiano. Antonio Freije, de 66 años, "Pero, ¿quién puede saberlo?"

"No sólo en pijama. Yo salí como duermo, en albornoces", reconoce Fermín Santín, dueño de una tienda de productos naturales en el centro de Becerreá. "A las siete de la mañana me acosté un rato, pero lo hice vestido". Su padre, Manuel, salió descalzo y en pijama. Luis González, padre vestise. "Pero hice algo peligroso: cogí el ascensor, ya que en nuestra casa no se fue la luz. Menos mal que no me quedé encerrado". No todos tuvieron su suerte: un transformador situado en la carretera de Naxos se incendió y dejó a oscuras a gran parte del pueblo. Mientras todos estaban en la calle, Carlos, el farmacéutico, llamaba a Protección Civil, para que le explicaran qué había que hacer en esos casos, pero no supieron explicarle nada. Entretanto, en la iglesia, una inmensa cruz de hierro que pesa media tonelada, se cayó del campanario, rebatando contra una cornisa, para acabar estrellándose y partiéndose en el suelo. El templo sufrió otros desperfectos, como desprendimientos de mampostería. Sin embargo, no cayó ninguna imagen. "Ejemplo, el mármol, Ángel Castro, Treceños de la Xunta, ayer mismo comenzaron a estudiar los datos para determinar si existe peligro

Todos en pijama y camisón se fueron al campo de feria

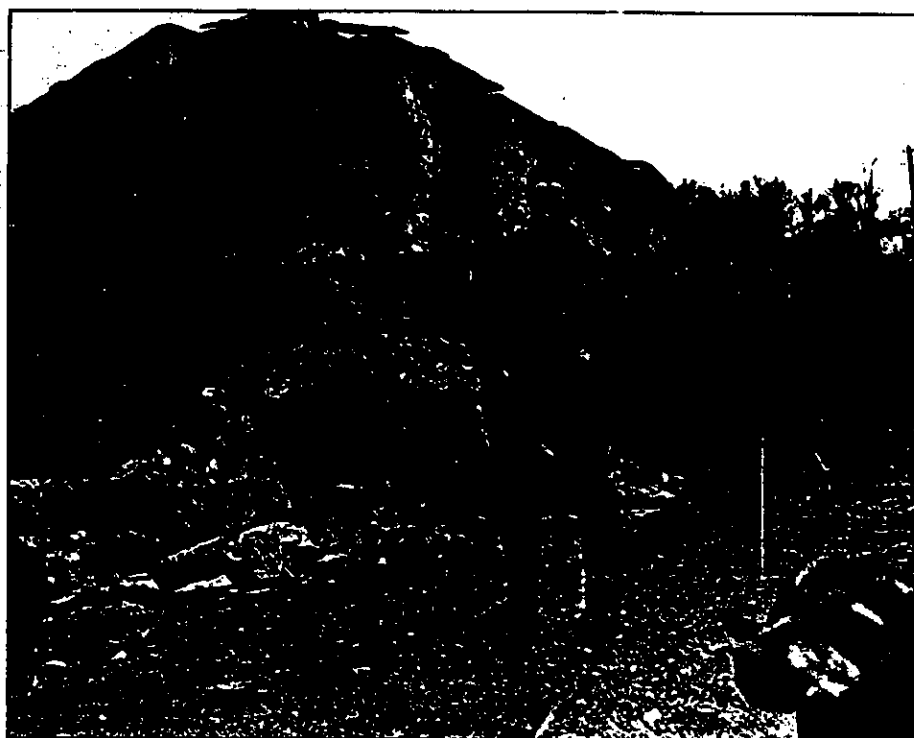
Isabel Pereira, de 26, estaba tumbada en un sofá junto a su gato. Miraba el programa de Tele 5, dedicado a Mario Conde, cuando de pronto todo se quedó a moverse, las plantas, la tele, el edificio. Luego se fue la luz. Y yo me quedé allí, moviéndome por el miedo", hasta que llegó mi madre, que me dijo que salir corriendo". Esta, Asunción, en camisón y descalza, movió a toda la familia y al gato, hacia la calle.

Como esta familia, los demás pobladores de Becerreá se fueron encontrando en el centro del pueblo. Pero como los temblores se repetían cada quince minutos decidieron ir al mercado ganadero un sitio abierto. Más tarde, alguien dijo que era mejor estar dentro de

"Paso el alcalde, Antonio Fernández Pombo, para ver cómo estábamos, y agentes de la Guardia Civil, que nos decían que habría más temblores, pero que serían suaves", recuerda una asustada Ana Feijó, de 29 años. Esta, mientras ayudaba a su abuela a salir de la cama, sintió el segundo temblor. "En el primero tembló la casa, almorzo el segundo temblor", añade. Algunos vecinos se concentraron en el bar O'Carroll, de Abel Masina, que estuvo abierto hasta las cinco y media de la mañana. "Yo me quedé aquí todo el tiempo". La gente entraba a tomar algo y a comentar, pero cuando venía un temblor salían todos corriendo como almas que se lleva el diablo", comenta. "Foi unha noite do demo", dice Luis González, soltero, y agrega: "No

Figura 6.65. Artículo publicado en El Correo Gallego. 1-12-1995 coincidente con la serie de Samiá-Becerreá del año 1995.

El 24 de diciembre se vuelve a reproducir un nuevo sismo de la interminable serie, nuevamente con una intensidad de VI, notándose otra vez en la totalidad de Galicia, sufriendo daños materiales algunos edificios en mal estado.



Varias viviendas rurales del municipio de Becerreá quedaron casi destruidas tras la fuerte sacudida sísmica del domingo

LOMBARDERO

Las intensas lluvias causaron numerosos destrozos y dificultaron el tráfico en las carreteras

El terremoto que afectó a gran parte de Galicia fue acompañado de 25 réplicas

A las tres y media de la tarde del domingo, un terremoto de 4,7 grados en la escala de Richter, con el epicentro situado en el límite de los municipios de Sarria y Láncara, fue percibido en gran parte de Galicia. Este temblor, que continúa la cadena iniciada el 30 de noviembre, es uno de los más fuertes registrados en la historia de la comunidad autónoma.

El movimiento telúrico, que apenas duró cinco segundos,

estuvo acompañado por otras 25 sacudidas, siete de ellas con anterioridad.

El municipio más afectado fue el de Becerreá, donde se desplomaron 'es paredes de varias casas. El alcalde considera que para reparar todos los daños serán necesarios más de 250 millones de pesetas. También resultaron afectadas una vivienda en ruinas de La Coruña, que se derrumbó, y parte de una casa en Monforte.

Por otra parte, las fuertes lluvias caídas en los últimos días produjeron numerosos destrozos en viviendas y campos. En O Courel una casa, que en ese momento no estaba habitada, quedó sepultada a causa del temporal, y en Mourente y Moaña dos muros se derrumbaron, mientras que en A Terra Cha numerosos vecinos tuvieron que utilizar barcas para poder moverse por la zona. Verín fue otra de las áreas

afectadas con grandes inundaciones, debido a la crecida del río Támega.

Las comunicaciones también se vieron afectadas. Así el tren rápido que enlaza La Coruña con Barcelona descarriló entre las estaciones de Oural y Rubián. En cuanto a la carretera, en la noche de ayer permanecía cortada la N-120 a su paso por Os Peares, en el kilómetro 561, dentro de la provincia de Orense.

Página 22 de 25

Figura 6.66. Portada La Voz de Galicia. 26-12-1995.

En 1996 la serie Sarria-Becerreá, que sigue produciendo gran cantidad de réplicas,

deja sitio a otros sismos, como el ocurrido al Norte de A Coruña, el 3 de marzo, con una intensidad de III, sentido en A Coruña, Ferrol, Mugardos y Pontedeume. El 27 del mismo mes se produce un sismo de II-III en A Pontenova, en A Mariña lucense, sintiéndose en poblaciones asturianas limítrofes, como Taramundi. El 9 de agosto se registrará un temblor en Órdenes (A Coruña), con intensidad III, sentido sobre todo en el municipio limítrofe de Frade.

El 29 de Octubre se produce una de las réplicas mas importantes de la serie Sarria-Becerreá, con una intensidad de V, sintiéndose nuevamente en buena parte de Galicia y Asturias.

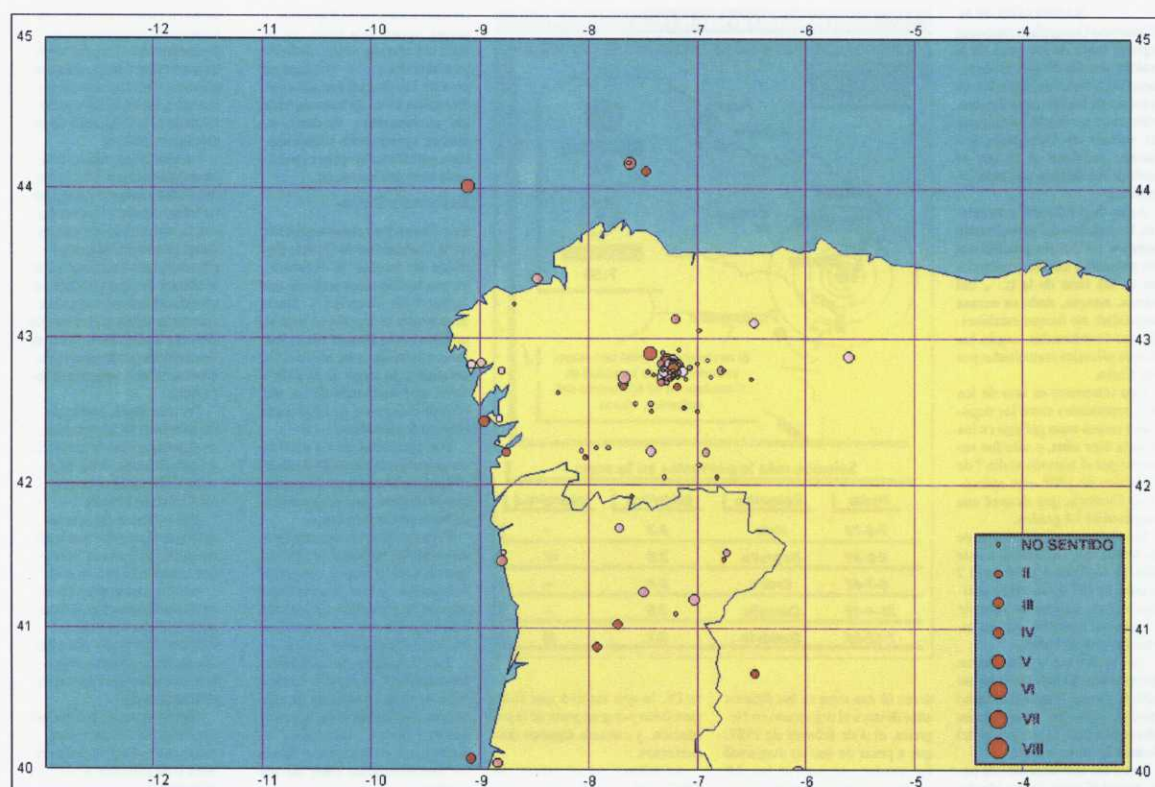


Figura 6.67. Terremotos gallegos en 1997. Se ve perfectamente la actividad Sarria-Becerreá.

Durante el año 1997 seguirá habiendo temblores procedentes de la serie Sarria-Becerreá.

El 9 de abril de este año se produce un sismo de intensidad III al Noroeste de Noia (A Coruña), sentido en buena parte de las Rias Bajas. En el catálogo oficial se pierde el dato de intensidad, que ahora se recupera. Se incluye mapa de percepción del sismo publicado en *El Correo Gallego*.

◆ EL EPICENTRO FUE MUROS, PERO EL SEÍSMO SE SINTIÓ EN CORCUBIÓN, MUXÍA Y, PONTEVEDRA

Un terremoto de 3 grados de la escala de Richter hace temblar la Costa da Morte

A las 7:50 horas de la madrugada de ayer, un seísmo de 3.0 grados en la escala de Richter sorprendió a los vecinos de la Costa da Morte. A pesar de que

las coordenadas del terremoto, 8 grados 59 minutos Oeste y 42 grados 50 minutos Norte, situaron el epicentro en el término municipal de Muros, fue en

las inmediaciones de Corcubión, Muxía y Pontevedra, los lugares en los que se dejaron sentir sus efectos, que en ningún caso provocaron daños.

El ayuntamiento de Noia recibe llamadas de los vecinos alarmados

La propia alcaldesa de Noia, María Carmen Abellán, tuvo que atender, a lo largo del día de ayer, a diversas emisiones de radio para explicar que en este municipio no se había producido ningún tipo de daño. No obstante, la mandataria municipal reconoció que la noticia levantó expectación entre los vecinos que en buen número preguntaron en el ayuntamiento por sus consecuencias, según la información enviada por la Delegación de este periódico en Noia.

Fuentes de las policías locales de los ayuntamientos de Muros, Ourense y Noia señalaron que no habían recibido, hasta el momento, informes sobre posibles daños materiales, ya que los propietarios afortunadamente no existieron. En cualquier caso, reconocieron que una vez dada a conocer la noticia por los medios de comunicación fueron muchas las personas que llamaron para interesarse por el alcance del terremoto.

Por el contrario, los efectos del terremoto se dejaron notar en distintos puntos de la zona de A Costa da Morte. Entre los municipios afectados se encuentran Corcubión y Muxía.

Una empleada del Ayuntamiento de Corcubión manifestó en la tarde de ayer que "aquí o que se sintió foi un forte ruído".

Vecinos de una aldea del término municipal muxián informaron a la delegación de EL CORREO en Muxía que "a eso das oito da mañá sentíuse un temblor, que fíxo como vibrar as paredes das casas".

Señaló asimismo la vecindad que "durou moi pouco tempo, pasou eso nun abrir e pechar de ollos, pero a verdade é que collemos medo".

SANTIAGO, M.N.

El Instituto Geográfico Nacional registró cerca de las ocho de la mañana del día de ayer un terremoto superficial de 3 grados en la escala de Richter, que fue descrito como un fuerte ruido entre los vecinos de Corcubión, población coruñesa en la que el temblor fue sentido con más intensidad.

Antes de producirse este seísmo, los equipos del mencionado Instituto en Galicia percibieron dos pequeños temblores alrededor de las siete de la tarde del martes, aunque, dada su escasa intensidad, no fueron establecidas sus coordenadas, según las fuentes oficiales consultadas por este diario.

Este terremoto es uno de los más importantes entre los registrados en esa zona gallega en los últimos diez años, y sólo fue superado por el anotado el día 7 de diciembre de 1988, con epicentro en Dumbria, que alcanzó una magnitud de 3.4 grados.

Sin embargo, el más fuerte de los temblores que afectó a esta parte de Galicia se produjo el 7 de junio de 1973, cuyo foco se situó en Noia, y anotó un valor de 3.3 grados, mientras que su intensidad no fue medida.

Anteriormente a esta fecha, los registros no son plenamente fiables, ya que la comunidad no contaba con los sismógrafos adecuados para la medición del alcance de los terremotos.

Entre los movimientos de tierra contabilizados en los alrededores



de esa zona en los últimos años destaca el registrado en Negreira, el 4 de febrero de 1987, que a pesar de que su magnitud fue menor —no superó los 2.8 grados—, su intensidad llegó has-

ta IV, lo que motivó que fuera percibido por gran parte de la población, y causara algunos desperfectos.

Asimismo, en el verano de 1987, Ordes fue el escenario de

un nuevo temblor (2.9 grados), y nueve meses más tarde, ya en abril del año siguiente, Carballo se convirtió en el epicentro de otro de los descritos seísmos. En ambos casos, la intensidad de los movimientos, es decir, su efecto, apenas tuvo consecuencias, por ello no aparece cuantificada en el gráfico anexo.

Becerreá y Sarria

Este último terremoto registrado en la Comunidad de Galicia significa un cambio de escenario, ya que los términos municipales lucenses de Becerreá y Sarria acaparraron la tensión en este tipo de sucesos durante años. Así, fueron epicentros de más de 200 seísmos a lo largo de la última serie, que duró más de un año —desde diciembre de 1995 hasta febrero de este año—.

Dos sacudidas, de 4.1 y 3.8 de magnitud en la escala de Richter, el día 4 de febrero pasado marcaron el término, por el momento, de los temblores en Lugo.

Pero fue el terremoto registrado en la Nochebuena de 1995 el que alcanzó el mayor valor, con 4.6 grados, y que desencadenó más de una treintena de réplicas a lo largo de ese día, alguna de las cuales llegó a los 4 grados.

En esa ocasión, los efectos de los temblores se dejaron sentir a más de cien kilómetros de distancia. Así, en Santiago se percibieron fuertes sacudidas, al tiempo que en Becerreá y Sarria se resquebrajaban parte de sus edificios.

Figura 6.68. *El Correo Gallego*. 10-4-1997. Terremoto NW Noia 9-4-1997

El 21 de mayo de 1997 ocurre el sismo principal de la serie Sarria-Becerreá de 1997, sentido nuevamente en la totalidad de Galicia y buena parte del estado

español, causando numerosas escenas de pánico y daños materiales de cierta entidad. Alcanza un nivel de intensidad de VI.

Cuatro seísmos despertaron a Galicia

♦ Una mujer herida en A Coruña y otra en Becerreá eran, a las cuatro de la madrugada, la secuela más lamentable de los terremotos que, con intensidad de 4,8 grados en la escala de Richter y epicentro en el triángulo de Sarria, Becerreá y Triacastela, sacudieron el norte de España

Los diversos movimientos tectónicos que se han sentido esta madrugada en todo el noroeste de España han tenido su epicentro en lo que se co-

noce como 'triángulo sísmico' formado por las localidades de Triacastela, Becerreá y Sarria, en la provincia de Lugo, informaron en el Ob-

servatorio Geofísico de Santiago. El primer terremoto tuvo lugar sobre la 01,50 horas y alcanzó una intensidad de 4,8 grados en la escala de

Richter. En Galicia se han sentido cuatro fuertes temblores, con el saldo provincial de dos mujeres heridas en A Coruña y Becerreá.

SANTIAGO, Redacción

Los habitantes de las zonas afectadas han visto como diversos objetos se desplomaban en el interior de sus viviendas y el pánico ha llenado de gente las calles de muchas localidades. La Policía Nacional y Protección Civil han confirmado que en diversas poblaciones, especialmente de las provincias de A Coruña, Lugo, Ourense, Pontevedra, Asturias, León y Zamora, el movimiento ha tenido varias réplicas que han sacudido con intensidad los edificios. En Benavente (Zamora), ha tenido especial intensidad un temblor que se ha sentido sobre las 02,20 horas.

Las centralitas telefónicas de los servicios de urgencia tanto policial, bomberos, asistencia sanitaria y medios de comunicación, entre ellos la de EL CORREO GALLEGU, se han visto colapsadas por las llamadas de los ciudadanos.

En León, información de que las policías nacional y local, tras el temblor de madrugada algunos de los edificios de más altura por su haberían resultado dañados. También el movimiento sísmico se ha sentido en algunas zonas de la capital de España, donde los habitantes han visto astillados como temblaban cuadros, lamparas y otros objetos.

Pánico en Santiago

"Salte de la cama espantado", Luis Rodríguez, funcionario, salte precipitadamente de su casa en Atria tras sentir un fuerte temblor que, durante 12 segundos, movió todas las paredes como si fueran de papel. En la calle se encontró con un numeroso grupo de vecinos tan alarmados como él por la serie de pequeños temblores que recorren Galicia de punta a punta entre la 1,57 y las 2,25 horas de esta pasada madrugada.

A la misma hora, Carmen Cerdón, vecina de la urbanización *El Carmo*, en la comarca de Ourense, estaba en cama y al notar como se movía todo su casa, una vivienda unifamiliar, tuvo la misma reacción que Luis Rodríguez y corrió al mismo resultado: se encontró la calle absolutamente repleta de preocupados vecinos.

Jose Angel Pampin, agente de seguridad y funcionario en Comis. y Antonio González, oficial de laboratorio de la Universidad de Santiago y residente en Santa Marta, contaron hasta cuatro temblores, y también abandonaron sus viviendas a toda prisa. Pampin relata los angustiosos



El director del Observatorio Geofísico en Santiago muestra el sismógrafo. FOTOS: Blanco, Hernández y Sarrias

El Observatorio de Santa Isabel registra el temblor de mayor intensidad del siglo en Santiago

El registrador, el sismógrafo, los rollos de papel térmico y la aguja de calor parecían exangües después de las cuatro temblores registrados esta madrugada en Santiago, pero especialmente en el Observatorio de Santa Isabel, centro de mediciones de la capital de Galicia.

Luis Mendoza, jefe del Observatorio del Instituto Geográfico Nacional, que los compostelanos conocen por el Geofísico, no recibió a la prensa porque los rollos de telemetría habían registrado hasta las dos de la madrugada "el movimiento sísmico, con epicentro en la villa de Becerreá, de mayor intensidad en lo que va de siglo en Galicia. El de 1908 en Pontevedra fue ligeramente menor en décimas al registrar de la villa en la escala de Richter.

Luis Mendoza se disculpó a las tres de la madrugada por la imposibilidad de abrir la puerta principal del Observatorio a EL CORREO que, en vista de la alarma social suscitada en el irramo horario comprendido entre las cuatro sacudidas sucesivas - de dos a tres de la madrugada - optó por trepar las murallas y saltar al interior.

minutos que vivió: "Los muebles se movían, la porcelana se batió contra los cristales, parecía que iba a caer el edificio".

Ladrones de perros

En La Peregrina, el dueño de la pulpería, *Marciana*, Augusto Ucha, confesó no recordar nada igual en su vida. Manuel Martínez, que vive en un sector próximo de la calle Nueva, dice que temblaron

las paredes y que el segundo sismo le produjo una angustia terrible. En la vivienda de Teresa Orens en Vista Alegre, parte de la ciudadela y algunos platos acabaron hechos añicos. Un vecino del mismo barrio asegura que no recuerda una situación de tensión igual en los 24 años que lleva en la ciudad. Otro compostelano de la zona de O Román, explica que estuvo en un trío de

Mendoza, en bata de casa, atendió con paciencia el alud de llamadas telefónicas que se producían a intervalos de cada cinco segundos.

Todas las llamadas tenían el denominador común de la impaciencia, cuando no del pánico: "¿Se van a repetir los temblores?". La explicación a EL CORREO, sin embargo era distinta: "No tengo más remedio que recomendar calma y tranquilidad".

La respuesta más repelida del responsable del Observatorio era que "se registrarán más réplicas, pero cada vez de menor intensidad, de forma que usted no se preocupe, las próximas ni siquiera las sentirá".

A las tres de la mañana no había rastros de las indicaciones pertinentes por parte de Protección Civil o de las autoridades autonómicas y municipales respecto al catálogo de recomendaciones en casos de emergencia. Precisamente miembros de Protección Civil y Cruz Roja telefonaban a Mendoza para recabar información. Poco después de las dos de la madrugada el primer temblor despertaba a Men-

doza, a su esposa e hijo en su domicilio del Geofísico. Los 4,8 grados de intensidad en la escala Richter dejaban constancia de la virulencia de los sismógrafos, incapaces, a juzgar por el óbito de tinta sobre el papel térmico, de medir las intensidades débiles.

"La aguja estaba a tope", admite Mendoza. El epicentro, en Becerreá, es algo ya habitual en las previsiones del Observatorio compostelano, que en el mapa de sismos registrado de 1897 a 1997, sitúa a la localidad luguesa como uno de los puntos más sensibles a 2,5 réplicas sísmicas. Espaca de Bares y entre Chaves y Verín se sitúan otros de los puntos rojos más próximos a los temblores.

El último temblor con epicentro en Santiago fue registrado el 4 de mayo de 1991. Los archivos históricos del Observatorio indican que se produjo a quince kilómetros de profundidad.

En 1988 se produjo otro en el Atlántico con repercusiones para la ciudad, lo mismo que los sucesivos registrados en 1996 en Becerreá. El de 1966, con epicentro en el sur de la provincia de Cádiz, también se dejó sentir en Santiago.

Los expertos piden calma y advierten de la posibilidad de más réplicas, pero menos intensas

SOS Galicia envió durante toda la madrugada un mensaje tranquilizador y pidió a todos los habitantes de la comunidad autónoma que no abandonen sus hogares y que, en caso de hacerlo, se alejen lo más posible de paredes y muros.

Desde dicho organismo también advirtieron de la posibilidad de que se sintiesen réplicas de los terremotos, pero en cualquier caso de mucha menor intensidad y sin peligro. Esta circunstancia fue confirmada por Juan Rueda, director del Centro Sismológico Nacional, quien insistió en que los temblores serán, caso de producirse, prácticamente imperceptibles.

Figura 6.69. El Correo Gallego. 22-5-1997.

De nuevo la serie acaparará notas de prensa casi diarias durante buena parte del verano y otoño de 1997.

El 6 de octubre se producirá un temblor en Portomarín (Lugo), de intensidad III-IV, sentido en poblaciones vecinas, como Taboada.

En 1998, además de seguir las réplicas de la serie Sarria-Becerreá, tiene lugar una serie sísmica, de menor intensidad, en el Sur de Orense, centrada en Celanova. Uno de los primeros reflejos de esta actividad es el temblor ocurrido el 21 de marzo en Ramiranes, con una intensidad de III, sentido en municipios como Cartelle e incluso en la capital orensana. El sismo principal de esta serie se produce el 28 de mayo de 1998, con un grado de intensidad máximo de IV, sentido nuevamente en la mayoría del territorio gallego.

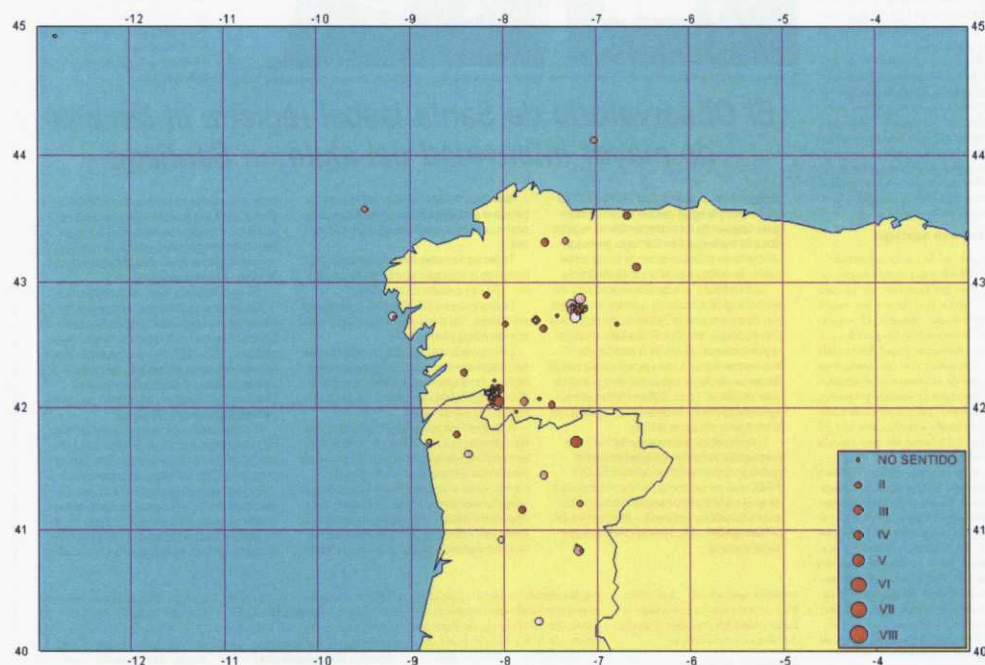


Figura 6.70. Terremotos gallegos en 1998. Se ve perfectamente la serie de Celanova (cerca de la frontera portuguesa) y la de Sarria-Becerreá.

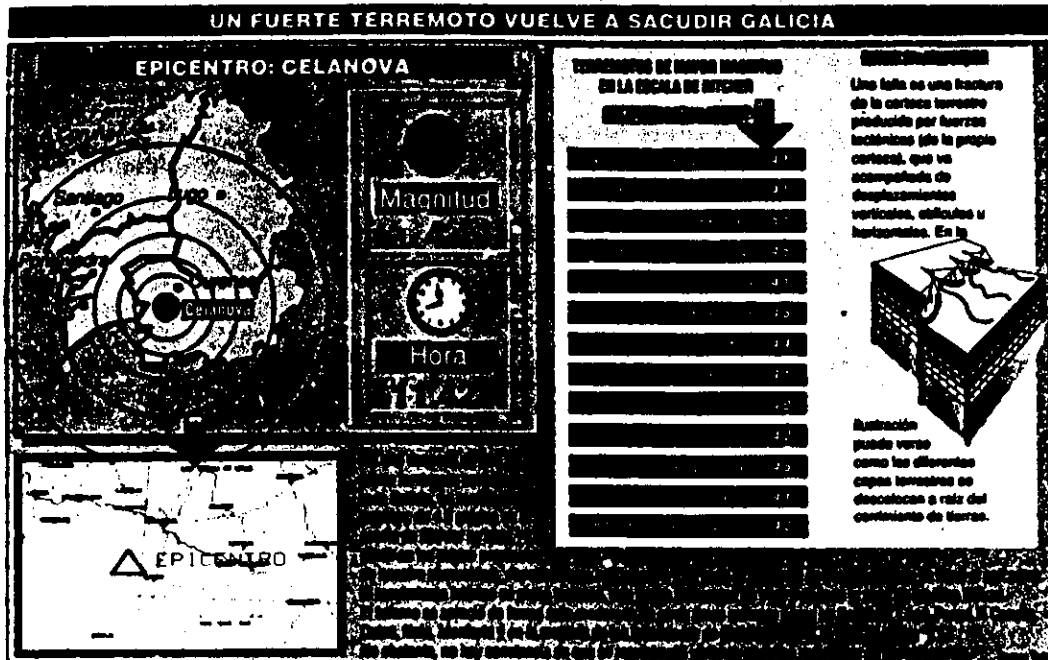


Figura 6.71. El Correo Gallego. 29-5-1998. Temblor principal de la serie de Celanova

El 15 de noviembre de 1998 se produce un sismo en la costa occidental coruñesa, situado al Sur de Fisterra. Se sintió en la práctica totalidad de A Costa de Morte, así como en poblaciones como Muros, Noia y hasta Pontevedra.

Ya en 1999, el 21 de marzo se sienten dos temblores en Taboada (Lugo), con una intensidad II-III. El 30 de agosto se siente un temblor de grado III al Este de O Covelo, en Pontevedra, sentido en buena parte del sur de Pontevedra: Vigo, Pontevedra, A Guarda, Lalín, Pontearreas, Chapela y Mos.

Una réplica de magnitud 3,6 siguió ayer al terremoto más fuerte del jueves

Los vecinos de la comarca de Celanova viven con alarma la sucesión de seísmos

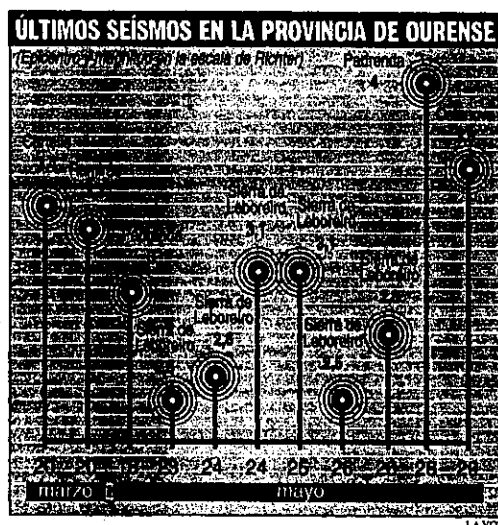
Mantener la calma es la recomendación que dan los expertos ante los terremotos que se vienen sucediendo en Galicia, que ahora tienen sus epicentros en el suroeste ourensano. Los habitantes de la comarca de Celanova, donde se originaron los últimos

movimientos, vivieron entre la alarma y la seguridad que transmite su tranquilo historial sismológico el seísmo, de magnitud cuatro en la escala de Richter, registrado la noche del jueves. Una réplica de magnitud 3,6 volvió a mover ayer el suelo.

CELANOVA. MAITE RODRÍGUEZ
Corresponsal

El catálogo sísmico del Instituto Geográfico Nacional recogía ya como zona de cierta actividad sísmica la comarca de Celanova, donde el jueves se originó el temblor de magnitud 4 en la escala de Richter que se sintió en buena parte de Galicia y del norte de Portugal. Sin embargo, no se han producido históricamente terremotos de gran intensidad.

El que la comarca de Celanova figure en este registro se debe a que en 1978 se produjo un temblor de 4,3 grados. La experiencia adquirida con los seísmos de los últimos años, centrados en el sur de Lugo, ayudó a los vecinos de la comarca a no asustarse demasiado, aunque en los lugares más cercanos al epicentro, como en el pueblo de Crespos, de Padrenda, se dieron algunas si-



tuaciones de pánico y la gente salió de sus casas.

La cercana Serra do Leboeiro es el epicentro de la mayoría de los últimos temblores.

Eso incrementa el miedo entre los habitantes de la zona, aunque compartido con la confianza de que no vayan a ir a más. Desde hace algunas se-

manas se venían produciendo seísmos de escasa intensidad.

Hace cinco días, en muchos pueblos de A Baixa Limia percibieron claramente un temblor de magnitud 3,1.

La continuidad de este fenómeno es lo que más preocupa a los habitantes de esta zona, que temen, sobre todo, a las réplicas. Así, numerosos vecinos que salieron de la cama tras el terremoto del jueves esperaron en vela la segunda sacudida. Temían la repetición de un nuevo movimiento que sí se produjo, pero a la mañana siguiente y con una menor intensidad.

Pese al susto, Protección Civil no tuvo que poner en marcha ningún dispositivo especial. No hubo que lamentar daños materiales ni personales, aparte del miedo que pueda dejar el terremoto, que se convirtió en el tema de conversación del día.

El movimiento también se sintió en Lugo y Vigo

Ciudadanos de numerosos puntos de Galicia dirigieron sus llamadas telefónicas hacia Lugo recabando información sobre el origen del seísmo que se registró a última hora del jueves. Hasta las 24.00 horas sonaron los teléfonos de Radiovoz y La Voz de Galicia en Lugo, con vecinos de Santiago, Vigo, Pontevedra y A Coruña interesándose por los efectos del terremoto, al creer que el epicentro se había localizado, como suele ser habitual, en el triángulo Becerreá-Sarria-Triacastela.

Algunos vecinos de la ciudad de Lugo también comunicaron haber percibido el seísmo, dependiendo según los comentarios registrados, de la orientación de las viviendas, pero no llegó a provocar alarma en las poblaciones de la montaña. Fue un temblor muy leve para lo que en estos últimos años es costumbre.

Los dos terremotos también se notaron en la comarca de Vigo. Policía, bomberos y medios de comunicación recibieron un aluvión de llamadas tras el primer movi-

miento para recabar información sobre el mismo. Las llamadas llegaron a colapsar la centralita del 092. Los pisos altos y la zona este de la ciudad fueron los lugares en los que más se sintió el temblor de la noche. Sin embargo, no se produjeron escenas de pánico.

El seísmo que se produjo por la mañana fue percibido por una menor porción de la población viguesa, dado que fue de intensidad más baja y quedó mitigado por el bullicio diurno.

Figura 6.72. La Voz de Galicia. 30-5-1998. Tras el temblor principal de la serie de Celanova

Durante todo este año se producen diversos sismos sentidos de la serie Sarria-Becerreá, ya en fase terminal.

LA SERIE SÍSMICA DE SARRIA-BECERREA

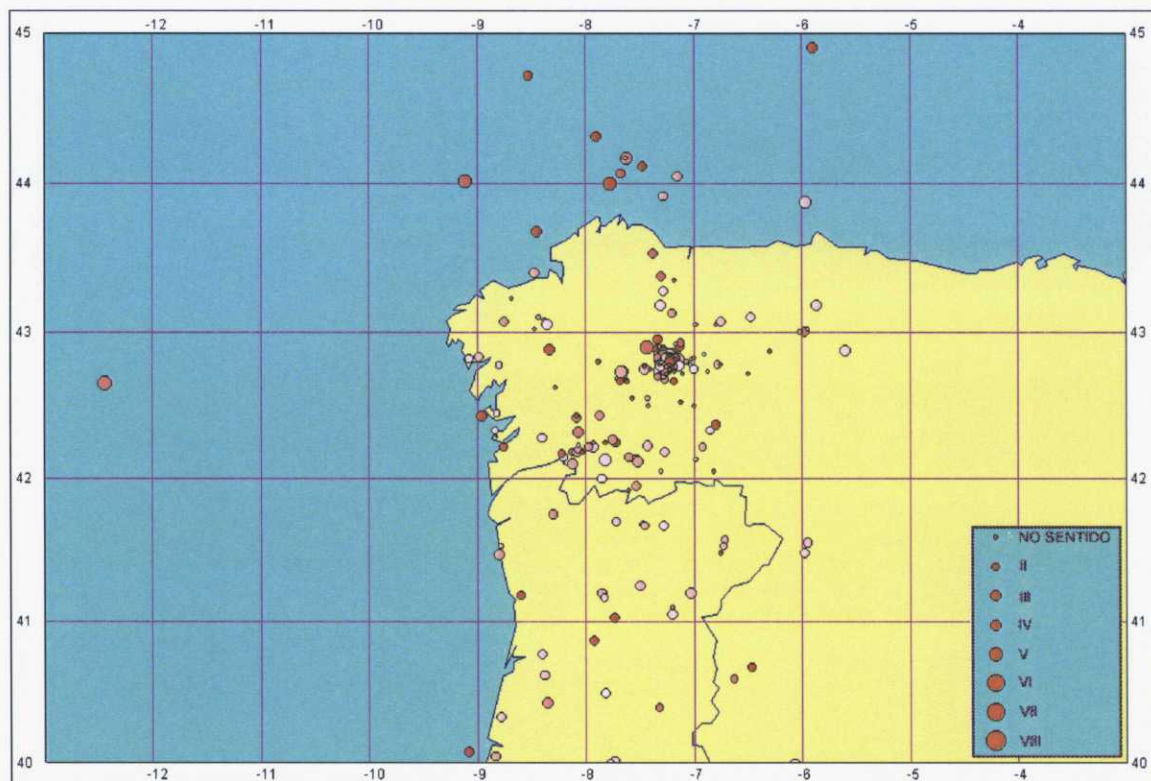


Figura 6.73. Terremotos gallegos entre 1995-1997. Se ve perfectamente la actividad Sarria-Becerreá.

Aunque esta serie entra dentro de la década 1991-1999 analizada con anterioridad, la importancia relativa de esta serie en la determinación del Riesgo Sísmico de la Comunidad gallega, hace conveniente una análisis mas pormenorizado que el realizado con anterioridad.

La actividad sísmica en la zona no es nueva, ya había habido una serie en 1979, e indicios de otras en período no instrumental, aunque en este caso situados en Lugo, posiblemente por problemas de comunicación de esa zona de Lugo con la capital. En la siguiente tabla resumimos los valores de magnitud de estos sismos.

PERÍODO NO INSTRUMENTAL	
FECHA	INTENSIDAD
07-04-1804	IV
19-04-1875	III
07-06-1911	IV
PERÍODO INSTRUMENTAL	
FECHA	MAGNITUD mb (Intensidad)
16-01-1979	3.6 (III)
15-02-1979	4.2 (V)
18-12-1979	4.2 (V)
29-11-1995	4.6 (VI)
24-12-1995	4.6 (VI)
29-10-1996	4.1 (V)
04-02-1997	3.9 (IV-V)
21-05-1997	4.1 (V)
21-05-1997	5.1 (VII)
31-03-1998	4.1 (IV)
17-07-1998	4.0 (IV)

Como vemos la actividad sísmica en la zona no es nueva, y se ha venido repitiendo a lo largo de tiempo, no es un "fenómeno anormal en esas latitudes", como se indicaba en los primeros momentos, seguramente por un estudio deficiente del catálogo sísmico.

Rueda y Mezcua (2001), en la publicación nº 35 del Instituto Geográfico Nacional sobre peligrosidad sísmica en Galicia, han recalculado los parámetros focales de los sismos instrumentales de la zona.

En la siguiente tabla se incluyen estos datos. En negrilla los valores recalculados sobre los de **Mezcua y Martínez** (1983)

Fecha	H.O.	Latitud N	Longitud W	Prof. km	Mb(lg)	NO	rms s	erh km	erz km
3-may-62	23:27:23	43°53'	7°01'	5	4.3	10	2.9	63	93
	23:27:17	44°12'	7°42'	33	4.6	16	1.4	13	28
1-ene-79	00:55:17	42°53'	7°09'	80	3.6	13	1.0	8	30
	00:55:14	42°55'	7°13'	3	3.9	25	0.5	3	49
15-feb-79	10:11:59	42°46'	7°22'	10	4.6	15	1.2	7	15
	10:11:59	42°54'	7°15'	5	4.6	29	0.7	4	4
16-feb-79	23:57:43	42°33'	9°29'	60	4.0	17	0.9	7	9
	23:57:43	42°31'	9°35'	39	3.8	42	0.8	3	5
18-dic-79	05:47:35	42°53'	7°10'	20	4.2	18	1.0	6	9
	05:47:35	42°59'	7°11'	15	4.1	42	0.8	3	5

En la siguiente tabla se incluyen los parámetros focales de los terremotos de la serie con magnitud superior a 4.0 (**Rueda y Mezcua**, 2001)

fecha	hora origen			longitud		latitud		profun.	rms	mb(lg)	NO	INT
19951129	23	56	28.8	-7	18.2	42	49.0	9	0.7	4.6	68	V-VI
19951224	14	29	21.6	-7	18.9	42	51.6	15	0.7	4.6	80	V-VI
19951224	18	19	53	-7	15.2	42	50.1	9	0.6	4.0	71	III-IV
19960219	12	43	45	-7	16.9	42	47.8		0.3		8	
19961029	19	38	4.1	-7	15.7	42	51.7	4		4.1	75	V
19970204	13	45	9.3	-7	17.4	42	50.5	14		4.2	65	IV-V
19970521	23	49	45	-7	14.4	42	47.6	7		4.2		
19970521	23	50	45.2	-7	15.9	42	50.1	9		5.3		VII
19970522	0	2	54	-7	16.7	42	51.8	10		4.1		
19970522	0	17	19	-7	20.1	42	51.1	12		4.5		
19970522	1	32	35.2	-7	23.6	42	49.8	9		4.1	47	
19970522	3	28	49.2	-7	14.4	42	47.5	7		4.0	8	
19970522	5	6	52.4	-7	13.4	42	48.1	8		4.2	30	
19970523	18	14	42.3	-7	14.9	42	47.5	10		4.5	54	
19980331	0	1	23.8	-7	16.8	42	49.1	8	0.7	4.1	75	IV
19980717	8	29	4.6	-7	10.2	42	52.1	7	0.4	4.0	99	IV

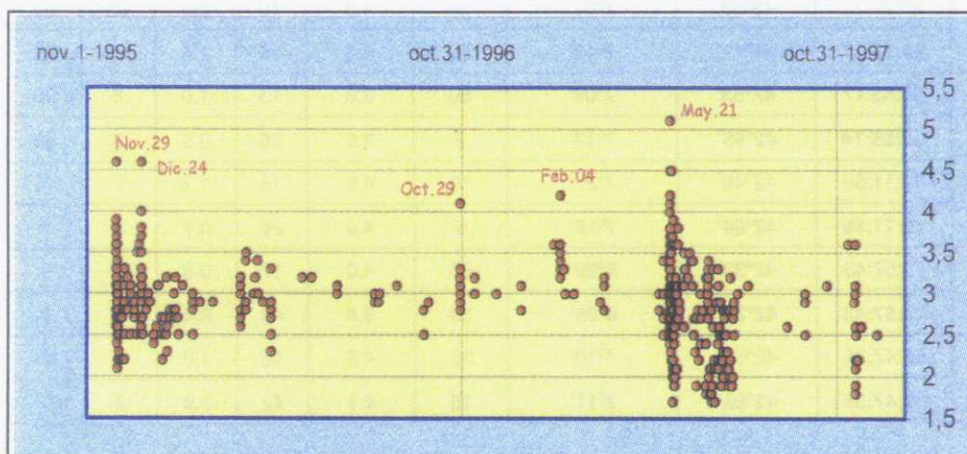


Figura 6.74. Distribución temporal de la actividad sísmica en la zona Sarria-Becerreá, desde el inicio de la serie en 1995. (Rueda y Mezcua, 2001)

En la figura 6.74 vemos la distribución de los diversos sismos en el tiempo, desde el

inicio de la serie, y la sucesión de réplicas, con caída de magnitud prácticamente logarítmica.

La importancia del terremoto de 1997 es que es el de mayor magnitud registrado en Galicia en época instrumental y uno de los mayores en magnitud en España en los últimos 30 años.

La pequeña profundidad es uno de los factores propios de esta serie (figura 6.82), el 90% por debajo de los 10 km. Esto unido a la baja atenuación de las ondas sísmicas ha sido uno de los factores condicionantes del alto porcentaje de sismos sentido por la población.

Uno de los extremos más chocantes para los expertos es la aparente falta de relación entre esta actividad sísmica con la geomorfología de la zona (figura 6.75), que no presenta superficialmente fallas que justifiquen estas series. Será necesario recurrir a otros parámetros geofísicos para encontrar posibles correlaciones.

Así, realizando la misma superposición con gráficos que muestren anomalías gravimétricas en la zona, comienzan aparecer correlaciones, estando limitada la serie por la línea teórica que une Samos y Sarria, límite de la cuenca terciaria, coincidiendo con valores mínimos de la anomalía (figuras 6.76 y 6.77).

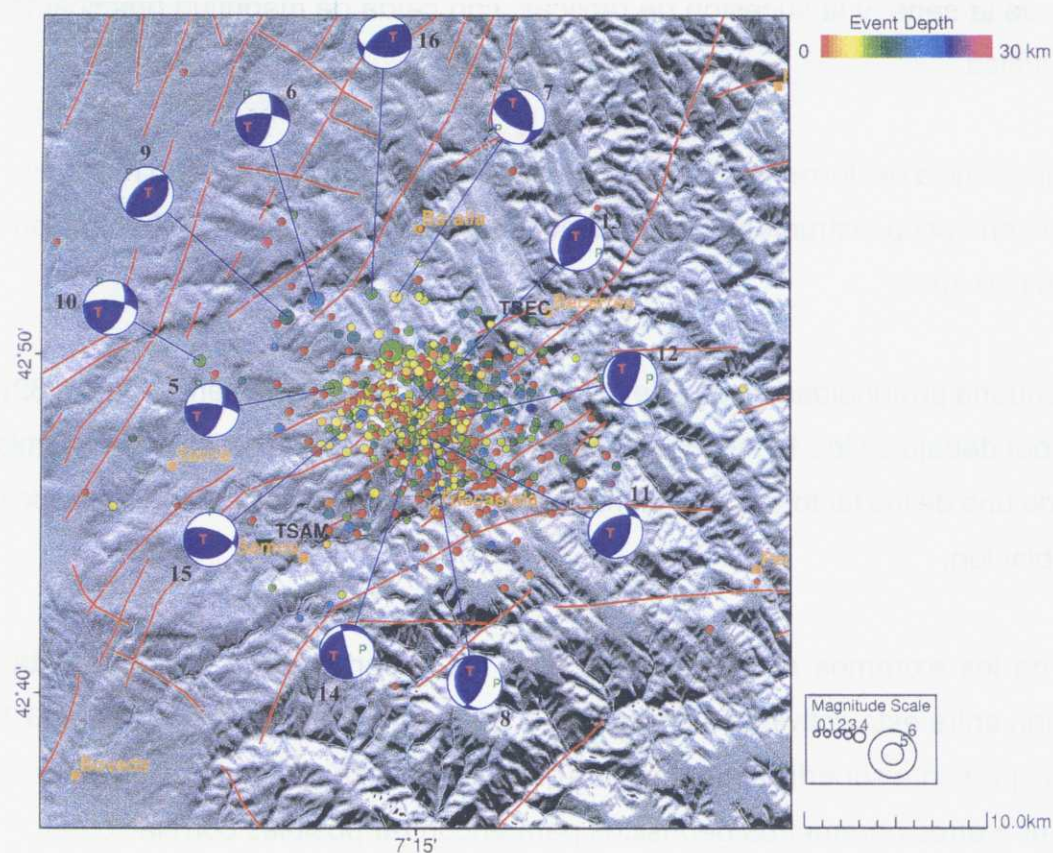


Figura 6.75. Actividad sísmica en la zona en relación con la estructura geotectónica (fallas en rojo). Se incluyen mecanismos focales. (Rueda y Mezcuá, 2001)

Esto aún resulta más patente superponiendo la serie con valores de anomalía magnética (figura 6.78), observándose claramente la situación de los sismos en la transición entre valores positivos y negativos. Esta anomalía ha sido interpretada por **Aller et al (1994)** como producida por una capa a pocos kilómetros de profundidad que emerge desde el este al oeste.

Las fuentes de esta anomalía magnética, representadas en la figura 6.79, muestran la existencia de una falla de contacto.

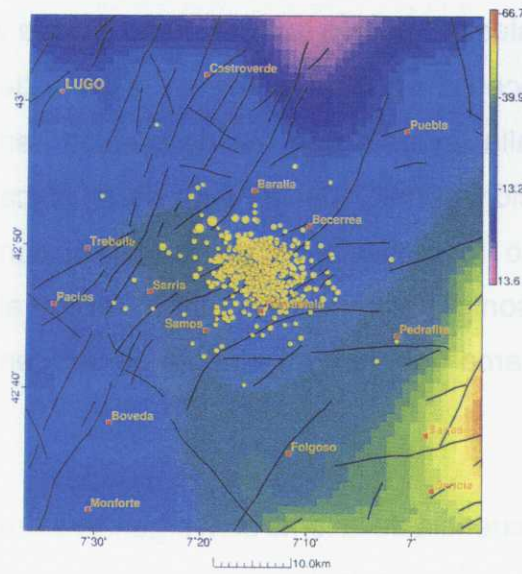


Figura 6.76. Actividad sísmica en la zona Sarria-Becerreá, con valores de anomalía gravimétrica de Bouguer. (Rueda y Mezcua, 2001)

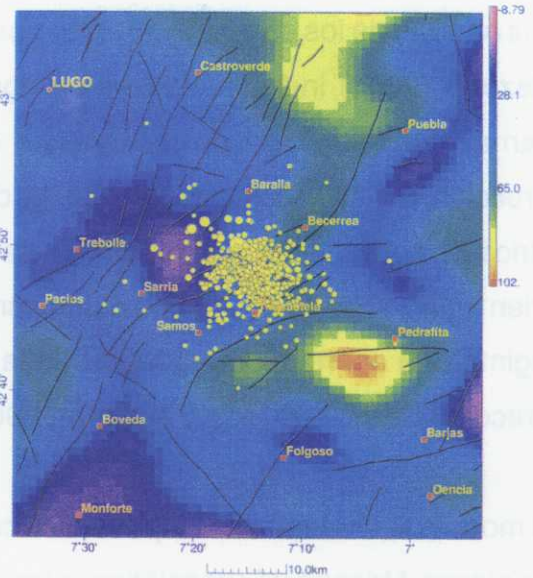


Figura 6.77. Actividad sísmica en la zona Sarria-Becerreá, con valores de anomalía gravimétrica de Aire Libre. (Rueda y Mezcua, 2001)

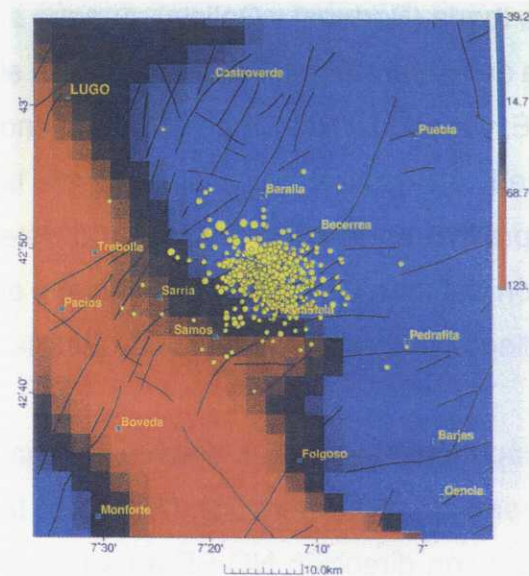


Figura 6.78. Actividad sísmica en la zona Sarria-Becerreá, con valores de anomalía magnética. (Rueda y Mezcua, 2001)

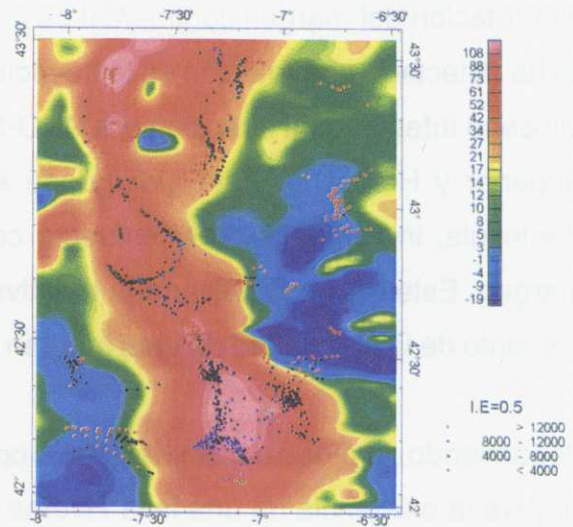


Figura 6.79. Fuentes de anomalía magnética en la zona. (Rueda y Mezcua, 2001)

Los análisis de los diversos mecanismos focales permiten a autores como **Rueda y Mezcua** (2001) indicar que existen dos procesos predominantes en la zona de Sarria. Por una parte un mecanismo de falla inversa, con eje de presión en dirección SE-NO, coincidente con la dirección general del empuje de la placa Africana sobre la Euroasiática. El segundo mecanismo es de desgarre, con orientación SSE-NNO. Ambos mecanismos son perfectamente compatibles con el régimen de acortamiento general de la comarca debido a un empuje general en dirección SE-NO (**Rueda y Mezcua**, 2001).

El modelo sismotectónico supuesto es consecuencia de la lenta convergencia entre las placas Africana y Euroasiática, a través de la Península Ibérica (Iberia), con una dirección aproximada NNO-SSE y NO-SE. Esta convergencia se produce en la parte oceánica a través de la falla Azores-Mar de Alborán. La parte continental de este contacto se produce en el arco de Gibraltar. No se deduce actualmente que exista una rotación del margen continental oeste de Iberia (Portugal y Galicia), aunque sí se ha detectado una rotación en la trayectoria de esfuerzos con el tiempo. Así, en el Mioceno Inferior, esta dirección era NNO-SSE, variando a NO-SE en el Pleistoceno Superior y Holoceno. Este giro puede sugerir un escape hacia el oeste de la Península, incrementando el esfuerzo compresivo en la zona noroeste de este margen. Este hecho justificaría la reactivación del margen pasivo continental y el aumento de la sismicidad de este margen gallego en dirección al Banco de Galicia.

Resumiendo, el modelo sismotectónico correspondiente a la zona oriental gallega, sugiere la existencia de una falla inversa de empuje con orientación NE-SO en la parte superior y que, en forma de arco, acaba con dirección NO-SE en su parte inferior, sensiblemente paralela a la falla de Viveiro. Esta falla discurre bajo el Manto de Mondoñedo a 15 km de profundidad, sin manifestarse en su superficie, por lo que no está cartografiada.

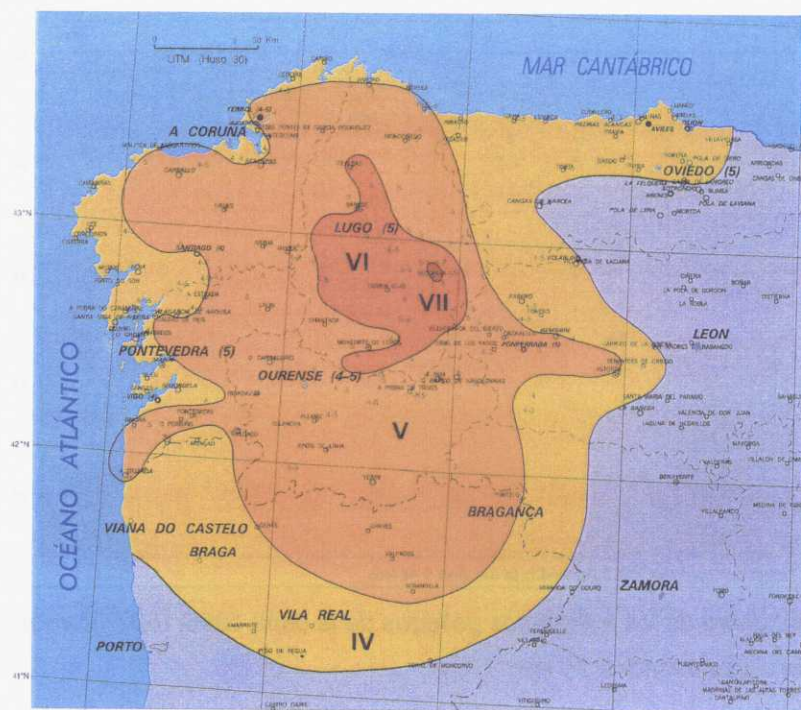


Figura 6.80. Mapa de isosistas del terremoto de 21-05-1997. Rueda y Mezcua, 2001

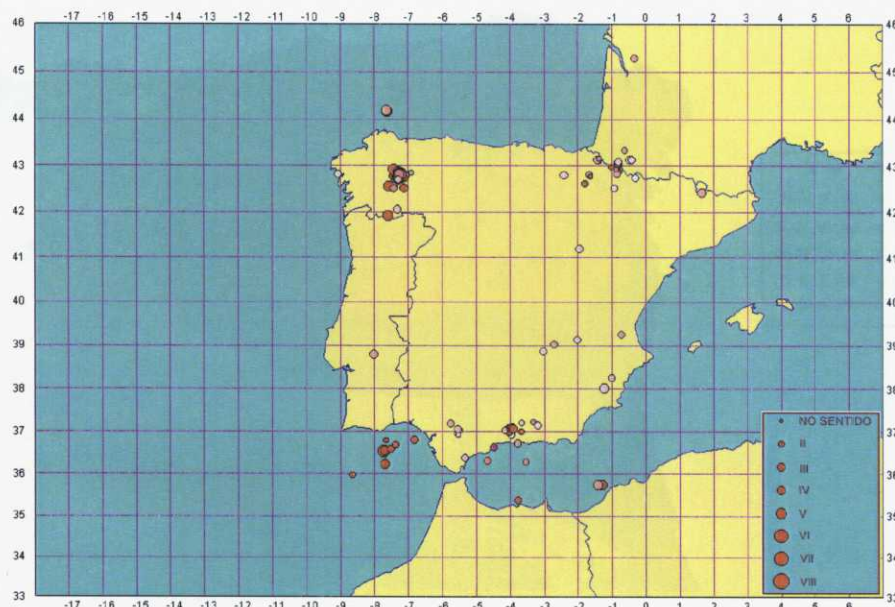


Figura 6.81. Terremotos españoles ocurridos en mayo de 1997. Se ve perfectamente la actividad Sarria-Becerreá.

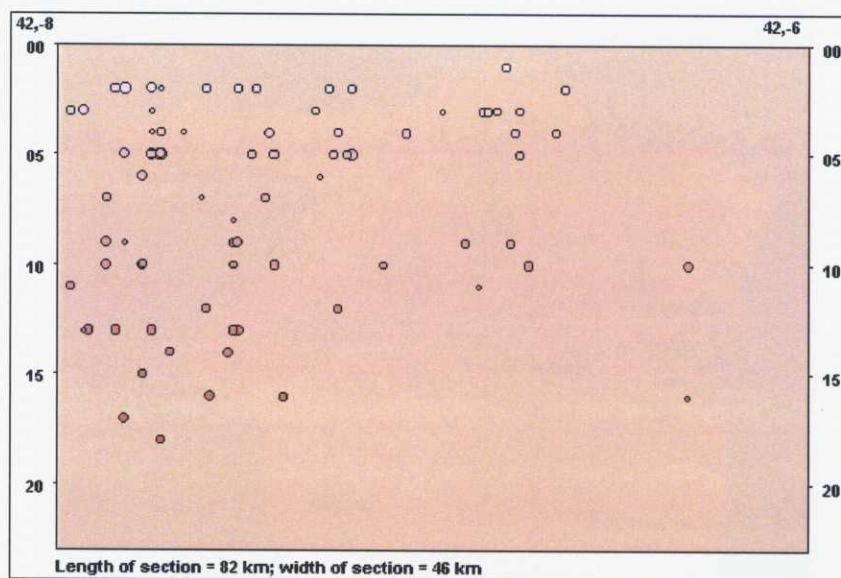


Figura 6.82. Profundidad de los terremotos gallegos de la serie 1995-1997. Vemos que todos están a una profundidad inferior a 20 km.

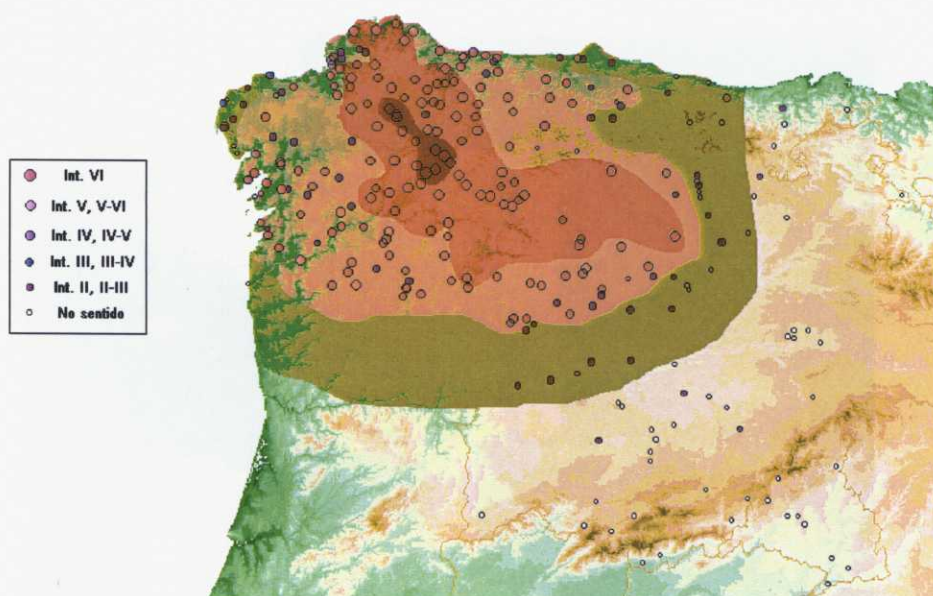


Figura 6.83. Isosistas terremoto Sarria de 30-11-1995.

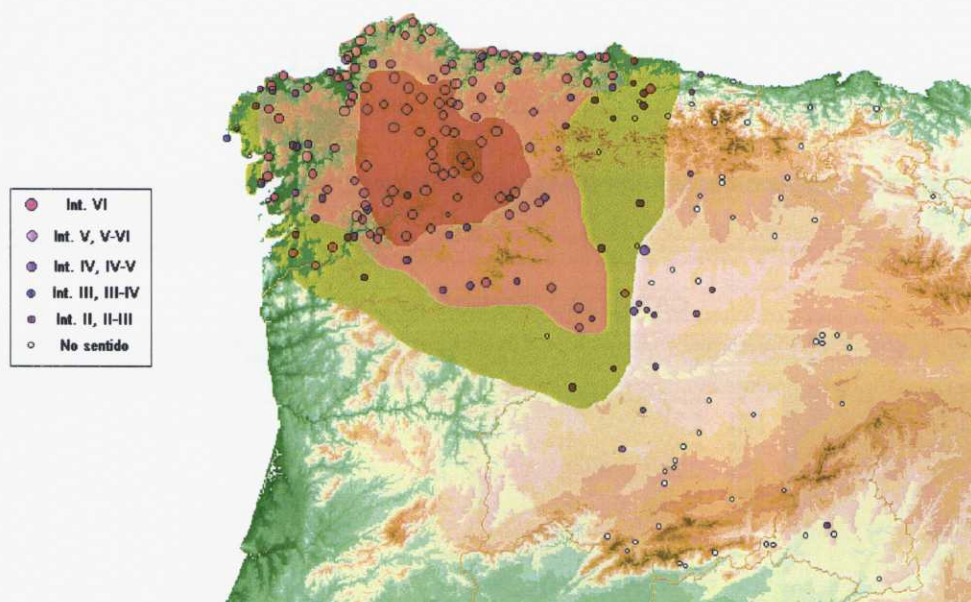


Figura 6.84. Isosistas terremoto Sarria de 24-12-1995.

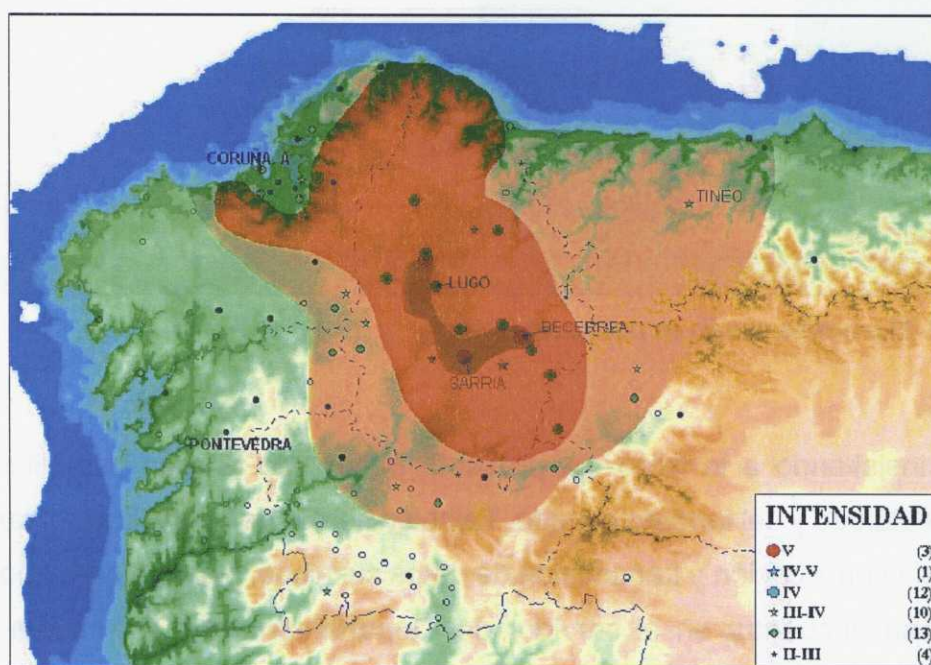


Figura 6.85. Isosistas terremoto Sarria de 29-10-1996.

PUBLICACIÓN WEB

CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

http://proyectos.mos/TESTS/TEXTOS MIOS/pagina web tesis/catalogo sismico de galicia-tesis.htm

Vínculos | Hotmail gratuito | Personalizar vínculos | Windows | Windows Media

CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO

ID	Fecha	Hora	A/c	Mes	Día	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud	Mag. Mw	Intensidad	Localidad	Provincia	Comentarios	Efectos	Prese	Docu	Calidad	Modifica	Clave
id	dd/mm/aaaa	hh:mm:ss	mm	mm	dd	gg°mm's	gg°mm's	km	Richter	Momento	BMS-98	Localidad	Provincia	Comentarios	Efectos	Prese	Docu	Calidad	Modifica	Clave
1	01/01/947ac	0 0 0 0	-947	0	0	41°36'0	-5°49'0	0	0.0	0.0	0.0	0ZAMORA	CASTILLA Y LEÓN	D	D	0	S	M	S	1
2	01/01/940ac	0 0 0 0	-90	0	0	41°30'0	-5°47'0	0	0.0	6.4	6.4	9 GALICIA	GALICIA	D	D	0	N	M	S	2
3	01/01/773	0 0 0 0	776	0	0	43°19'0	-5°08'0	0	0.0	0.0	0.0	0 ASTURIAS	ASTURIAS	D	D	0	S	M	N	3
4	20/11/1547	0 0 0 0	1347	11	20	41°54'0	-5°42'0	0	0.0	5.8	5.8	6FRANCA	PORTUGAL	D	D	0	S	M	S	4
5	01/08/1532	0 0 0 0	1532	6	0	43°22'0	-5°57'0	0	0.0	0.0	0.0	0 OVIEDO	ASTURIAS	D	D	0	S	M	N	5
6	20/11/1668	0 0 0 0	1668	11	20	41°10'0	-8°34'0	0	0.0	3.4	3.4	1 PORTO	PORTUGAL	D	D	0	S	M	S	6
7	12/10/1724	2 45 0 0	1724	10	12	39°00'0	-12°30'0	0	0.0	4.0	4.0	6.5 OCEANO ATLANTICO	ATLANTICO	S		0	S	M	S	7
8	09/05/1751	0 0 0 0	1751	5	9	41°12'0	-7°00'0	0	0.0	3.4	3.4	1 MONCORVO	PORTUGAL			0	S	M	S	8
9	19/12/1751	11 0 0 0	1751	12	19	41°12'0	-7°00'0	0	0.0	4.6	4.6	1 MONCORVO	PORTUGAL		D	0	S	R	S	9
10	01/01/1752	0 0 0 0	1752	1	0	41°12'0	-7°00'0	0	0.0	3.4	3.4	1 MONCORVO	PORTUGAL			0	S	M	S	10
11	27/03/1752	0 0 0 0	1752	3	27	40°24'0	-8°30'0	0	0.0	5.2	5.2	7 AVEIRO	PORTUGAL		D	0	S	M	S	11
12	28/04/1752	0 0 0 0	1752	4	28	40°24'0	-8°30'0	0	0.0	0.0	0.0	0 AVEIRO	PORTUGAL			0	S	M	S	12
13	31/11/01755	0 0 0 0	1755	0	31	42°42'0	-8°00'0	0	0.0	4.0	4.0	5 LEÓN	CASTILLA Y LEÓN			0	N	M	S	13
14	03/08/1758	0 0 0 0	1758	8	3	39°18'0	-9°12'0	0	0.0	4.0	4.0	5 OCEANO ATLANTICO	ATLANTICO	S		0	S	M	S	14
15	28/08/1758	0 0 0 0	1758	8	28	41°30'0	-8°38'0	0	0.0	3.4	3.4	1 BARCELOS	PORTUGAL			0	S	M	S	15
16	26/11/1758	0 0 0 0	1758	11	26	41°30'0	-8°38'0	0	0.0	3.4	3.4	1 BARCELOS	PORTUGAL	D		0	S	M	S	16
17	31/03/1761	12 05 0 0	1761	3	31	41°30'0	-5°40'0	0	0.0	5.8	5.8	8 W PENINSULA IBERICA	ESPAÑA		D	0	S	M	S	17
18	06/11/1762	0 0 0 0	1762	11	6	41°30'0	-5°40'0	0	0.0	0.0	0.0	0 W PENINSULA IBERICA	ESPAÑA			0	N	M	S	18
19	00/00/1770	0 0 0 0	1770	0	0	39°30'0	-5°54'0	0	0.0	4.0	4.0	5 EXTREMADURA	ESPAÑA			0	N	M	S	19
20	12/04/1773	5 20 0 0	1773	12	4	41°30'0	-5°40'0	0	0.0	0.0	0.0	0 W PENINSULA IBERICA	ESPAÑA	D		0	S	M	S	20
21	06/08/1785	0 0 0 0	1785	8	6	43°10'0	-8°58'0	0	0.0	0.0	0.0	0 BAIA	A CORUÑA			0	S	M	S	21
22	17/07/1787	14 30 0 0	1787	7	17	41°30'0	-8°30'0	0	0.0	4.0	4.0	5 BRAGA	PORTUGAL			0	S	M	S	22
23	01/03/1790	0 0 0 0	1790	3	1	39°08'0	-9°18'2	0	0.0	4.0	4.0	5 OCEANO ATLANTICO	ATLANTICO	S		0	S	M	S	23
24	07/04/1804	5 45 0 0	1804	4	7	43°02'0	-7°23'0	0	0.0	3.4	3.4	4 LUGO	LUGO		R	0	S	M	S	24
25	09/08/1818	4 45 0 0	1818	8	9	42°20'0	-7°51'0	0	0.0	3.4	3.4	4 OURENSE	OURENSE			0	S	M	S	25
26	27/10/1818	16 35 0 0	1818	10	27	42°54'0	-8°30'0	0	0.0	0.0	0.0	0 GALICIA	GALICIA			0	S	M	N	26
27	02/01/1817	16 35 0 0	1817	1	2	42°20'0	-7°51'0	0	0.0	3.4	3.4	4 OURENSE	OURENSE			0	S	M	S	27
28	02/01/1818	5 00 0 0	1818	1	2	42°20'0	-7°51'0	0	0.0	3.4	3.4	4 OURENSE	OURENSE			0	S	M	S	28
29	04/05/1829	0 0 0 0	1829	5	4	42°04'0	-6°33'0	0	0.0	4.0	4.0	5 PUEBLA DE SANABRIA	CASTILLA Y LEÓN			0	S	M	S	29
30	28/09/1830	0 0 0 0	1830	9	28	41°10'0	-8°40'0	0	0.0	2.9	2.9	3 PORTO	PORTUGAL			0	S	M	S	30
31	15/02/1841	0 0 0 0	1841	2	15	41°10'0	-8°40'0	0	0.0	2.9	2.9	3 PORTO	PORTUGAL			0	S	M	S	31
32	30/07/1841	0 0 0 0	1841	7	30	39°45'0	-8°50'0	0	0.0	2.9	2.9	3 LEIRIA	PORTUGAL			0	S	M	S	32
33	12/11/1843	0 0 0 0	1843	11	12	43°30'0	-5°40'0	0	0.0	0.0	0.0	0 OLON	ASTURIAS			0	S	M	S	33

catálogo sismico de galicia-tesis | ESTADÍSTICAS | G1-sismos XIX | G2-sismos XX | G3-sismos XIX (I) | G4-sismos XX (I) | G5-sismos XIX (C) | G6-sismos XX (C) | G7-sismos por Intensidad | G8-sismos por Intensidad (C) | G9-int.galicia | G10-mag.galicia

Lista

Figura 6.86. El presente trabajo en publicación Web

Estamos insistiendo a lo largo del presente trabajo de la gran versatilidad del presente catálogo y del formato elegido. También hemos señalado la importancia de Internet en la publicación y transmisión de datos sísmicos. Nuestro pequeño grano de arena se encuentra en el servidor del Departamento de Tecnología de La Construcción, de la Universidad de A Coruña (<http://www.estructuras.udc.es>). Allí se encuentra una página web sobre divulgación de terremotos, en la cual aparecerá posteriormente a su lectura el presente trabajo

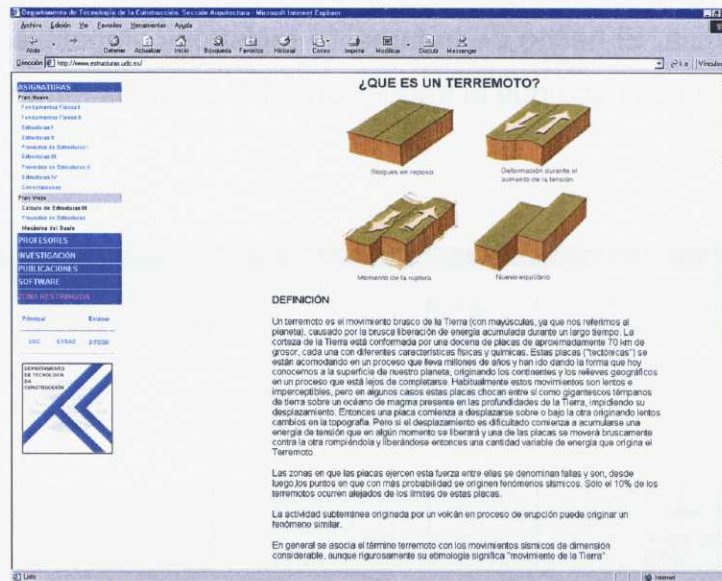


Figura 6.87. Nuestra página web en la actualidad

CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO: Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Abre Buscador Favoritos Historial

Acción D:\proyectos mios\TESIS\TEXTOS MIO5\pagina web\tesis\catalogo sismico de galicia-testa.htm

Vinculo HTML gratuito Personalizar vinculo Windows Windows Media

CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO									
<div> <div>SISMOS</div> <div>SISMOS GALLEGOS POR DÉCADAS</div> <div>SISMOS GALLEGOS POR DÉCADAS</div> <div>LOCALIZACIÓN DE SISMOS GALLEGOS</div> <div>CARACTERÍSTICA</div> </div>									
Intensidad	Número de Sismos GB	Número de Sismos Testes	Anterior al siglo XX		Siglo XX	Anterior al siglo XX		Siglo XX	
Intensidad	Número de Sismos GB	Número de Sismos Testes	Anterior al siglo XX		Siglo XX	Anterior al siglo XX		Siglo XX	
I	947	949	Anterior 1001		25	Anterior 1001		16	
II	40	44	1801-1910		25	1801-1910		24	
III	39	31	1911-1920		55	1911-1920		54	
IV	110	143	1921-1930		33	1921-1930		16	
IV-V	26	26	1931-1940		25	1931-1940		27	
V	70	108	1941-1950		32	1941-1950		31	
IV-V	7	10	1951-1960		22	1951-1960		21	
V	51	88	1961-1970		27	1961-1970		26	
VI-VI	0	1	1971-1980		57	1971-1980		31	
VI	25	39	1981-1990		36	1981-1990		22	
VI-VI	0	1	1991-2000		365	1991-2000		36	
VII	8	12	TOTAL		735	TOTAL		187	
VI-VII	0	0	Sin incluir sismos precursores ni réplicas			Sin incluir sismos precursores ni réplicas			
VII	1	3							
VIII	0	0							
IX	0	0							
X	0	0							
XI	0	0							
XII	0	0							
TOTAL	1.345	1.494							
<div> <div>LOCALIZACIÓN DE SISMOS GALLEGOS</div> <div>CARACTERÍSTICA</div> </div>									
Localización	Resumen		Características de los sismos		Effect				
A CORUÑA	640	963	CON MECANISMO FOCAL		10 DAÑOS MATER				
LUGO	64	89	DUDOSOS		20 DAÑOS EN LA				
BURDIE	220	336	SISMOS		1 RUÍDO SUBTIL				
PORTOVEDRA	65	77	FALSOS		2				
DALEIA	3	2	MAPAS DE ISOGISTAS		42				
ASTURAS	28	52	PRECURSORES		31				
CASTILLA Y LEÓN	52	9	RÉPLICAS		840				
ESPAÑA	9	336	SUBMARINOS		83				
PORTUGAL	336	10	TSUNAMIS		0				
ATLÁNTICO	10	30							
CANTÁBRICO	30	1.494							
TOTAL	1.494	1.494							

[CATÁLOGO SÍSMICO DE GALICIA TESTA](#)
[ESTADÍSTICAS](#)
[01-sismos GB](#)
[02-sismos IXI](#)
[03-sismos IXB \(I\)](#)
[04-sismos IXI \(I\)](#)
[05-sismos IXB \(C\)](#)
[06-sismos IXI \(C\)](#)
[07-sismos por intensidad](#)
[08-sismos por intensidad \(C\)](#)
[09-galicia](#)
[010-nag galicia](#)

Figura 6.88. Estadísticas en tiempo real obtenidas de forma automática del catálogo sísmico.

Así se vuelca el catálogo completo en Internet, siendo posible la obtención de datos

de forma automática. El hecho de tratarse de registros compatibles con hojas de cálculo bases de datos hace que la traducción entre diversos formatos empleados sea sencilla.

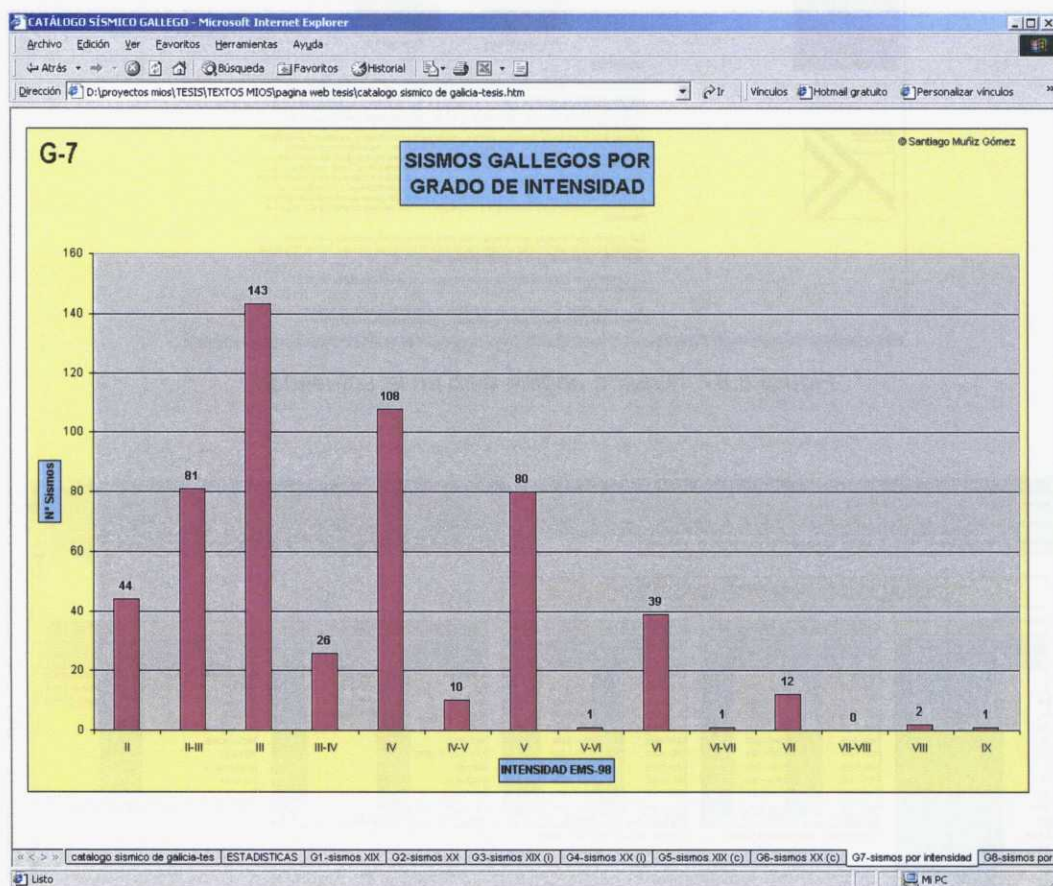


Figura 6.89. Gráficos estadísticos en tiempo real del presente catálogo sísmico.

Pero la gran ventaja del sistema es que las diversas gráficas y estadísticas que se incluyen en el presente trabajo están ligadas de forma automatizada con el catálogo, por lo que también son plenamente accesibles y, además, se modifican en tiempo real. Es decir, cualquier cambio que se incluya en el catálogo se ve automáticamente reflejando en el resto de documentos.

La página también incluye utilidades de filtrado de datos, siendo posible obtener registros concretos que cumplan ciertas condiciones establecidas por el visitante, el cual las establece de forma intuitiva.

Con esto creemos haber conseguido una herramienta potente, sencilla e intuitiva, que ofrece múltiples posibilidades para el internauta que busque datos sobre la sismicidad gallega.

7- ANÁLISIS DE DATOS NUMÉRICOS Y ESTADÍSTICOS

"Nuestro país es tan grande, que ninguna leyenda se aproxima a su grandeza, y el cielo alcanza apenas a cubrirlo" (F. Kafka).

La lectura e interpretación de un catálogo sísmico es siempre una labor penosa, al tratarse de múltiples e interminables registros numéricos. Aunque se ha hecho un esfuerzo para transmitir dichos datos de una forma lo más intuitiva posible, se estima necesario el incluir un capítulo con tablas y estadísticas comentadas que, consideramos, facilitan la interpretación de la sismicidad gallega.

Se ha pretendido que una de las características del presente trabajo sea la amigabilidad de los datos. Por ello se ha recurrido al empleo de paquetes informáticos usuales en cualquier ordenador, como pueden ser las hojas de cálculo. Las ventajas son múltiples y ya las hemos indicado en algún apartado de esta obra. Sin duda la principal es la sencillez de manejo y manipulación de datos, permitiendo realizar en la práctica cualquier tipo de filtrado de datos que queramos establecer. Otra de las ventajas es la inmediata transportabilidad de los registros a cualquier tipo de formato. El hecho de haberse tratado los distintos campos en forma de base de datos ofrece también la ventaja de que éstos son fácilmente transvasables a cualquier programa de este tipo que admita el formato SQL, hoy en día uno de los estándares mas utilizados.

Pero no son éstas las únicas ventajas. Las diversas tablas y estadísticas son dinámicas. Esto es, se actualizan en tiempo real según se modifican datos en el catálogo, con lo que la herramienta está permanente y automáticamente actualizada. Si añadimos la característica de publicación electrónica Web de todas y cada una de las partes del catalogo, llegamos a la conclusión de que se trata de un

formato cómodo y flexible, sin las limitaciones propias de otras aplicaciones de tipo vertical.

SISMOS GALLEGOS		
Intensidad	Número de	Número de
EMS-98	Sismos IGN	Sismos Tesis
?	947	946
II	40	44
II-III	81	81
III	110	143
III-IV	26	26
IV	70	108
IV-V	7	10
V	51	80
V-VI	0	1
VI	25	39
VI-VII	0	1
VII	8	12
VII-VIII	0	0
VIII	1	2
IX	0	1
X	0	0
XI	0	0
XII	0	0
TOTAL	1,366	1,494

Tabla 1. Sismos gallegos por intensidad.

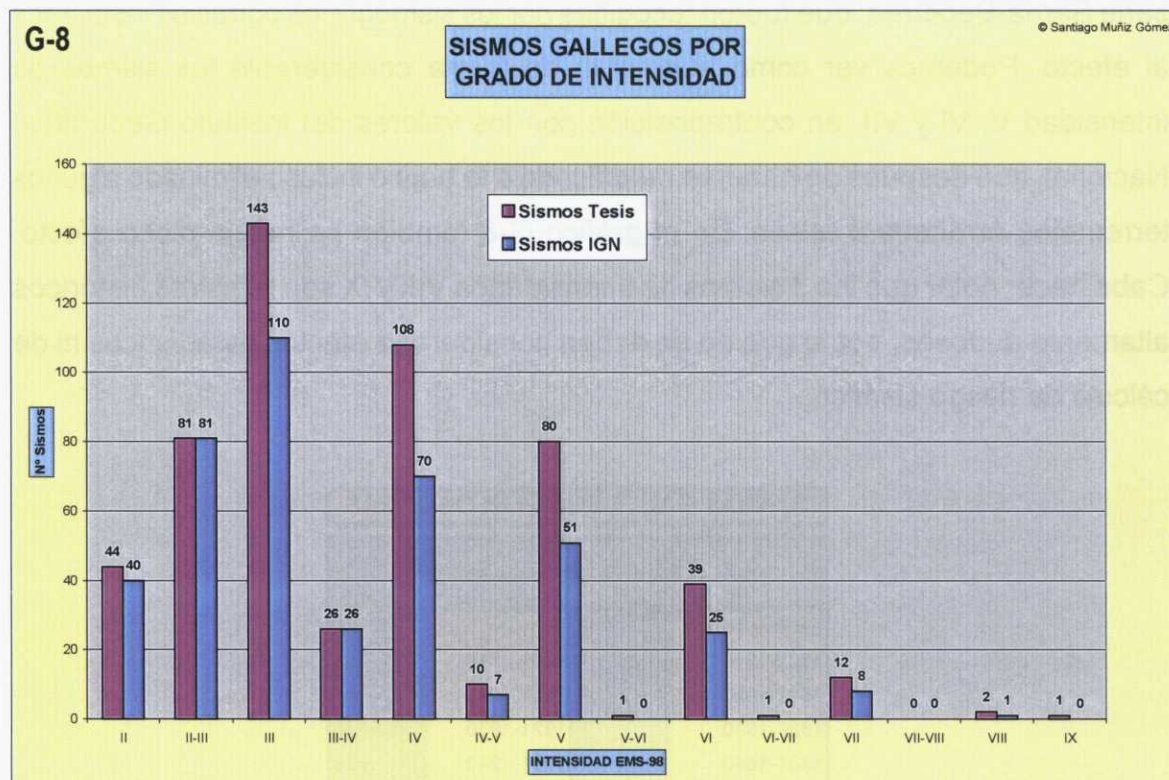
En la tabla 1 vemos una comparación por grado de intensidad entre los sismos recogidos por el Instituto Geográfico Nacional y los incluidos en el presente trabajo. Vemos que hemos incluido un total de 1494 sismos en contraposición a los 1366 del Instituto Geográfico Nacional, lo que supone más de 100 sismos añadidos a mayores. No todos son sismos no catalogados, ya que también se han incluido sismos portugueses cercanos a la zona geográfica considerada.

Vemos que el número de sismos sin asignación de grado de intensidad es de casi 1000 (946), la inmensa mayoría de ellos son réplicas, la mayoría pertenecientes a la

serie Sarria-Becerreá, que fueron recogidas por los sismógrafos portátiles instalados al efecto. Podemos ver como aumentan de forma considerable los sismos de intensidad V, VI y VII, en contraposición con los valores del Instituto Geográfico Nacional, aún después de haberse modificado a la baja o incluso eliminado algunos terremotos erróneos o falsos. En el gráfico G-8 también se refleja dicho efecto. Cabe hacer notar que los 3 sismos de intensidades VIII y IX son registros históricos altamente dudosos, por lo que no se deben considerar a efectos estadísticos ni de cálculo de riesgo sísmico.

SISMOS GALLEGOS POR DÉCADAS			
Anterior al siglo XX		Siglo XX	
anterior 1801	23		
1801-1810	1	1901-1910	29
1811-1820	4	1911-1920	55
1821-1830	2	1921-1930	20
1831-1840	0	1931-1940	29
1841-1850	7	1941-1950	33
1851-1860	17	1951-1960	22
1861-1870	3	1961-1970	27
1871-1880	17	1971-1980	57
1881-1890	14	1981-1990	98
1891-1900	11	1991-2000	365
TOTAL	99	TOTAL	735

Tabla 2. Sismos gallegos por décadas.



El efecto temporal se ve claramente en la tabla 2. En ella se han separado por décadas los sismos catalogados, vemos que cuanto más retrocedemos en el tiempo menos terremotos anuales tenemos, sin duda por haberse perdido estos registros. Se nota de forma clara la aparición de la prensa escrita, vemos como a partir de 1850 el número de terremotos alcanza una media aproximada de 1.7 anuales, que se mantiene prácticamente constante en las últimas décadas del siglo XIX.

Se nota también perfectamente la aparición de las primeras estaciones sísmicas nacionales, pasando la media de 1.7 terremotos anuales del siglo XIX a un mínimo de 2 terremotos/año en el siglo XX, aunque la media supera la tasa de 3 terremotos anuales. La instalación de la estación sísmica de Santiago supone un incremento notable en los registros, pasando en los 70 de una media de 2.7 a una de 5.7 terremotos anuales, los cuales se multiplican hasta una tasa de 9.8 en la década de los 80 (estaciones sísmicas digitales, conectadas con la red sísmica nacional),

alcanzándose el valor de 36.5 terremotos anuales en última década del siglo XX, donde se refleja claramente la serie Sarria-Becerreá.

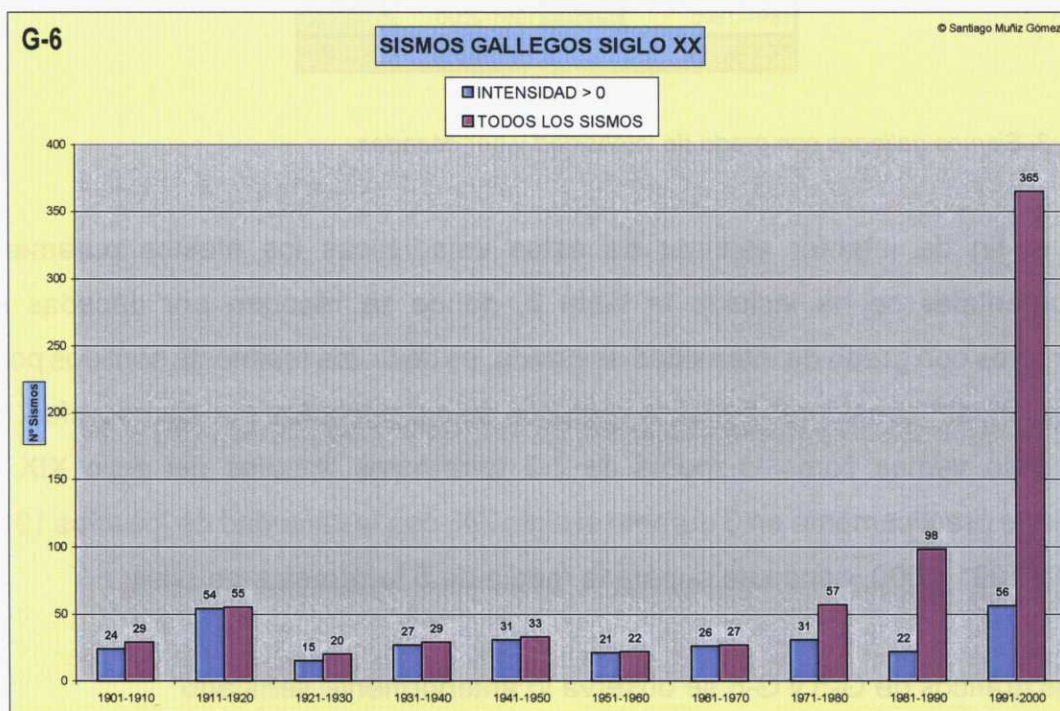
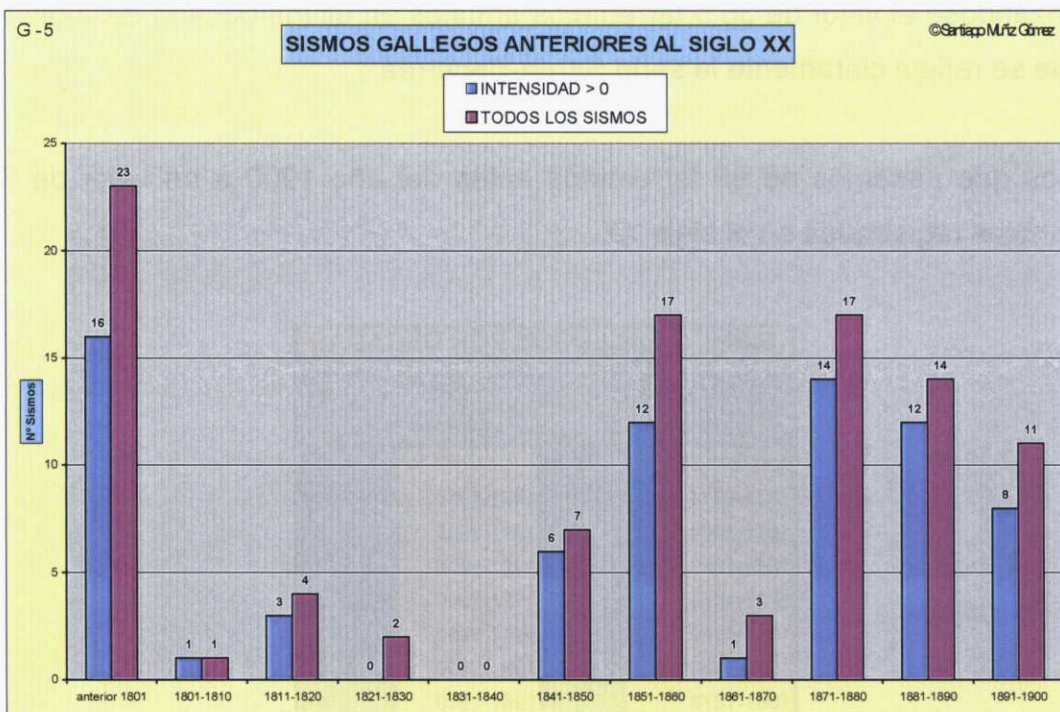
Vemos que pasamos de 99 terremotos antes del año 1900 a un valor de 735 terremotos registrados en el siglo XX.

SISMOS GALLEGOS POR DÉCADAS			
Anterior al siglo XX (Intensidad >0)		Siglo XX (Intensidad >0)	
anterior 1801	16		
1801-1810	1	1901-1910	24
1811-1820	3	1911-1920	54
1821-1830	0	1921-1930	15
1831-1840	0	1931-1940	27
1841-1850	6	1941-1950	31
1851-1860	12	1951-1960	21
1861-1870	1	1961-1970	26
1871-1880	14	1971-1980	31
1881-1890	12	1981-1990	22
1891-1900	8	1991-2000	56
TOTAL	73	TOTAL	307

Tabla 3. Sismos gallegos con grado de intensidad y por décadas.

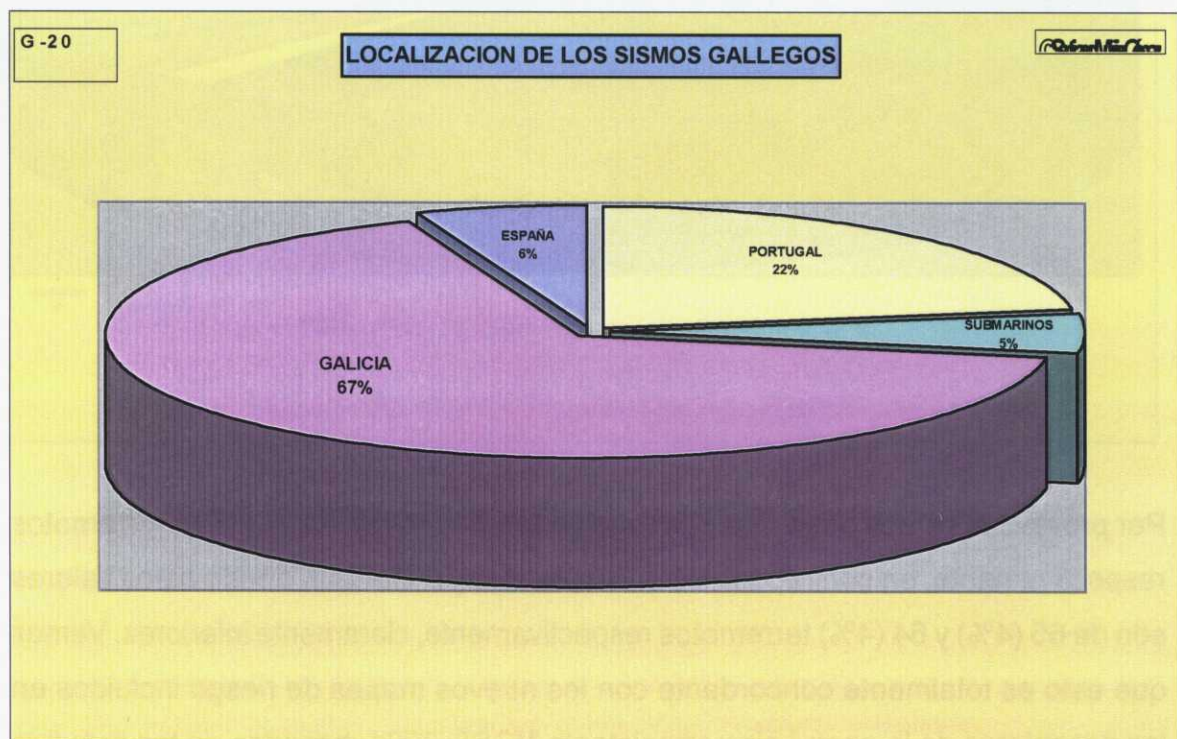
Con el fin de intentar eliminar de estas estadísticas los efectos puramente instrumentales se ha incluido la tabla 3, donde se recogen por décadas los terremotos con grado de intensidad asignado, es decir, los realmente sentidos por la población, sin considerar aquellos registros sólo detectados por sismógrafos. En este caso vemos como la media de 1.2 terremotos anuales del siglo XIX se convierte prácticamente en 3 durante el siglo XX, con la salvedad de los años 1911-1920 y 1991-2000, donde se supera la media de 5 terremotos anuales.

En los gráficos de G-5 y G-6 se observa lo anteriormente señalado



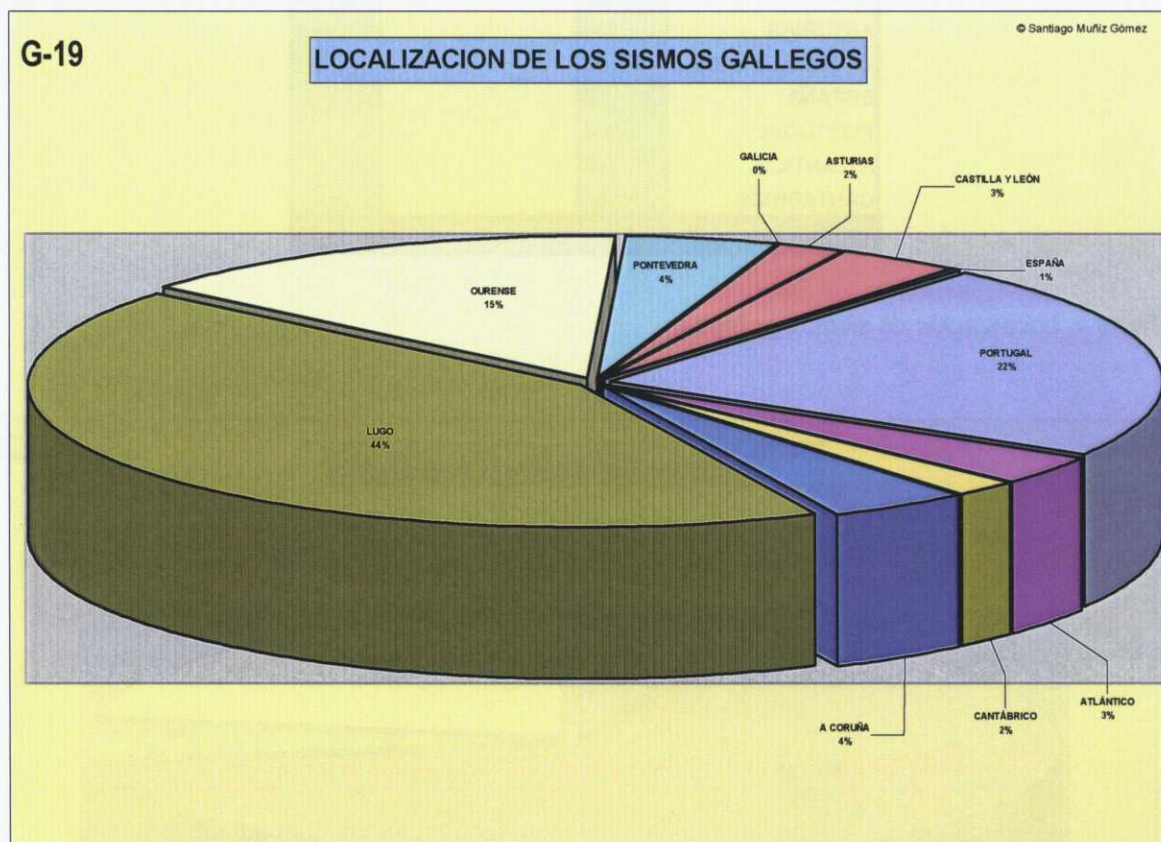
LOCALIZACION DE SISMOS GALLEGOS			
Localización		Resumen	
A CORUÑA	64	GALICIA	993
LUGO	641	ESPAÑA	88
OURENSE	220	PORTUGAL	336
PONTEVEDRA	65	SUBMARINOS	77
GALICIA	3		
ASTURIAS	28		
CASTILLA Y LEÓN	52		
ESPAÑA	8		
PORTUGAL	336		
ATLÁNTICO	47		
CANTÁBRICO	30		
TOTAL	1,494	TOTAL	1,494

Tabla 4. Localización de sismos gallegos.



En la tabla 4 se ha pretendido diferenciar por zonas geográficas los epicentros de los terremotos del catálogo. Vemos que las fuentes sísmicas de Galicia están dentro

de la propia Galicia (993 terremotos), lo que supone un 67%, estando la segunda fuente en importancia en el Norte de Portugal (336 terremotos), un 22%, seguidos por los de origen sísmico marina (77 terremotos) con un 5%. Las zonas adyacentes nacionales aportan pocos registros sísmicos (88 terremotos) que suponen el 6%.



Por provincias vemos que Lugo y Orense tienen 641 (44%) y 220 (15%) terremotos respectivamente, en contraposición a Pontevedra y A Coruña, donde estos valores son de 65 (4%) y 64 (4%) terremotos respectivamente, claramente inferiores. Vemos que esto es totalmente concordante con los nuevos mapas de riesgo incluidos en los borradores de la norma sismorresistente NCSE-2001, basados en los estudios de **Rueda y Mezcua** (2001). Conviene recordar que en la antigua PDS-1 las zonas sísmicas gallegas estaban en zonas concretas de A Coruña y Ferrol.

Los sismos de foco marino se desglosan en 47 de componente atlántica (3%) y 30 de componente cantábrica (2%).

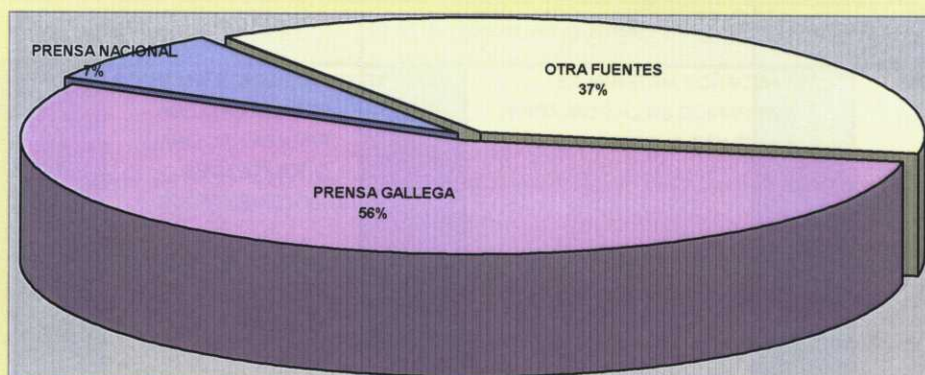
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISMOS GALLEGOS					
Características de los sismos		Efectos de los sismos		Fuentes escritas	
CON MECANISMO FOCAL	16	DAÑOS MATERIALES	27	SISMOS DOCUMENTADOS	795
DUDOSOS	25	PÁNICO EN LA POBLACIÓN	34	PRENSA GALLEGA	191
ERRÓNEOS	1	RUIDO SUBTERRÁNEO	23	PRENSA NACIONAL	26
FALSOS	2			OTRA FUENTES	130
MAPAS DE ISOSISTAS	42			NO DOCUMENTADOS	485
PRECUSORES	31				
RÉPLICAS	640			CALIDAD DE LA FUENTE	
SUBMARINOS	83			MALA	115
TSUNAMIS	0			REGULAR	79
				BUENA	155

Tabla 5. Características de los sismos gallegos.

En la tabla 5, así como en los gráficos G-21 y G-22 se resumen datos con registros de calidad del catálogo. Vemos que el catálogo tiene 25 sismos dudosos, 1 erróneo (equivocación en la fecha) y 2 falsos. Como hemos indicado, es preferible dejar estos registros dentro del catálogo con el fin de que no sean “descubiertos” nuevamente en el futuro. Se incluyen en el trabajo 42 terremotos con registros de isosistas y 16 en los que el mecanismo focal está calculado. Vemos que a pesar de los 83 terremotos submarinos registrados, no se ha detectado en las costas gallegas ningún tsunami, aunque existen dos posibles situaciones de este tipo pero dudosas. El tsunami generado por el Terremoto de Lisboa de 1755 alcanzó parte de la costa pontevedresa pero, como hemos señalado, este terremoto no se incluye en el catálogo gallego, aunque se describan sus efectos.

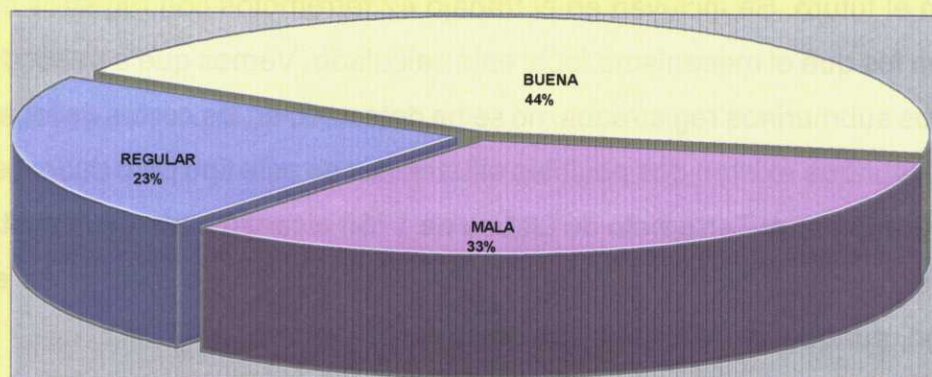
G -21

DOCUMENTACIÓN DE LOS SISMOS GALLEGOS



G -22

CALIDAD DE LA DOCUMENTACIÓN
DE LOS SISMOS GALLEGOS

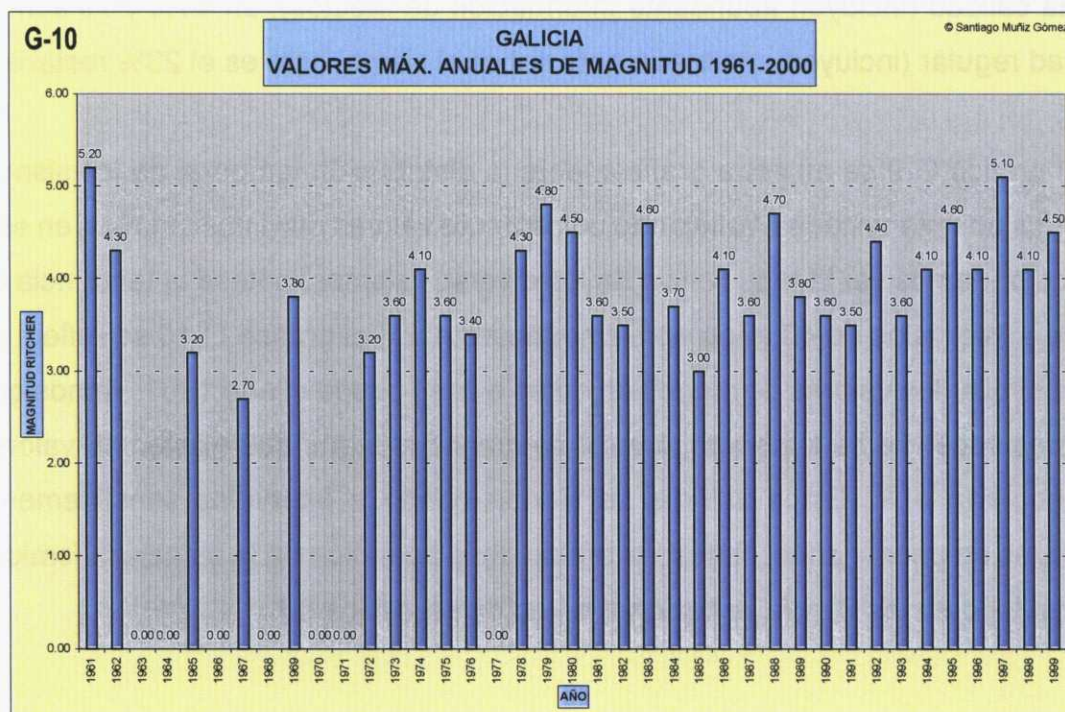
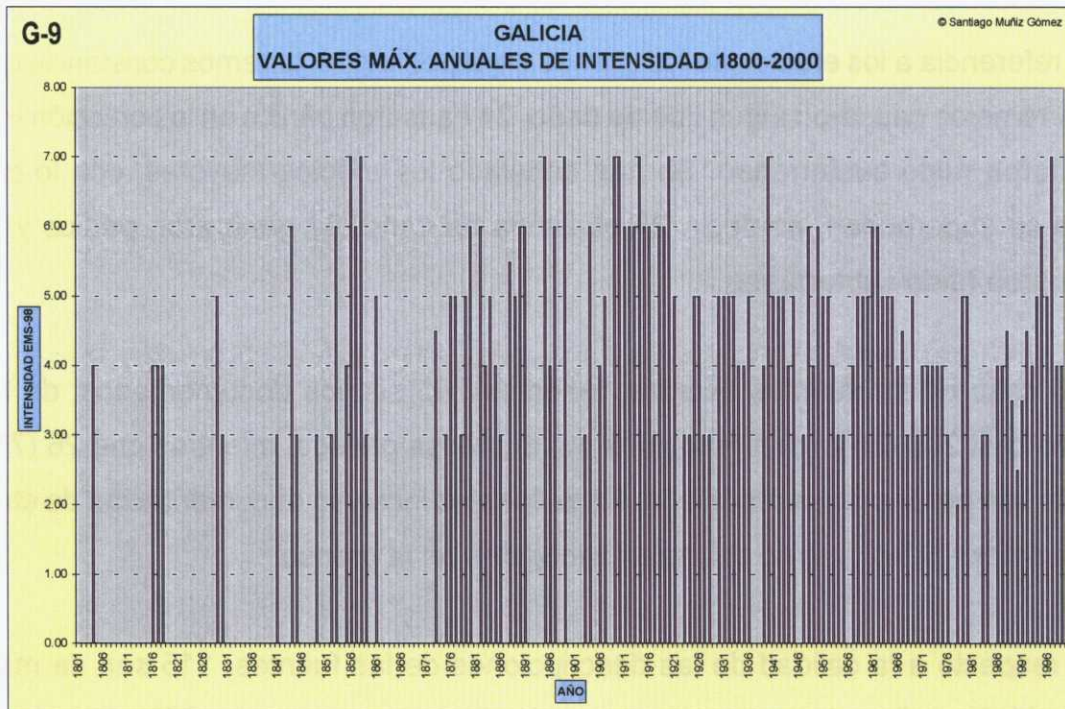


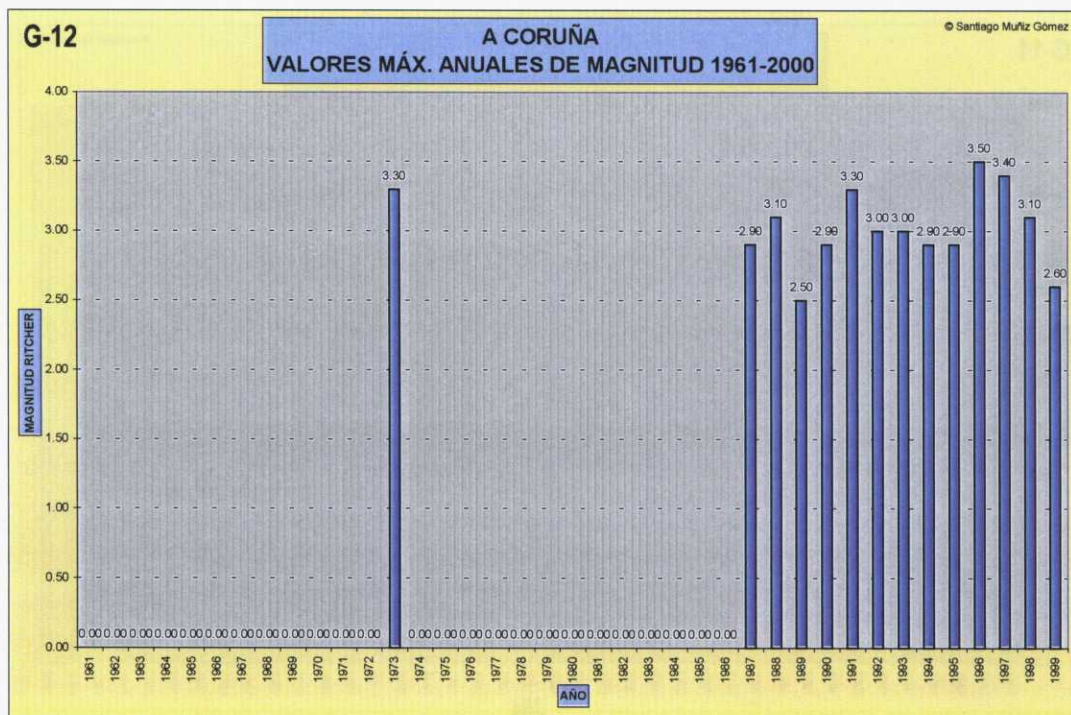
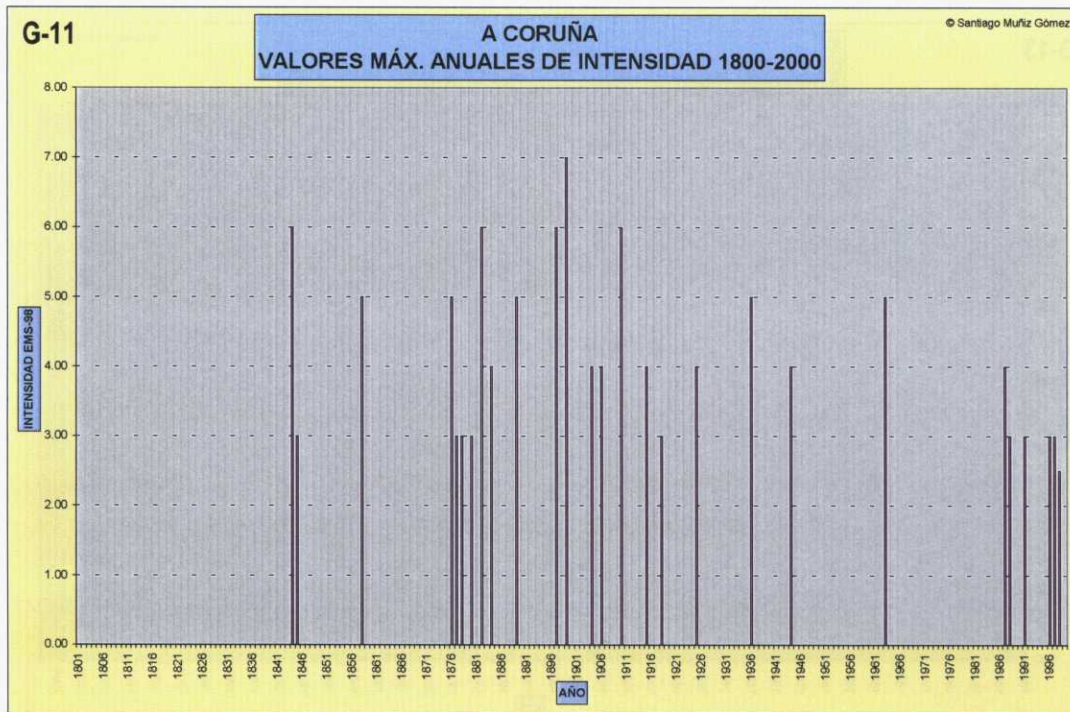
Con referencia a los efectos de los sismos en la población, tenemos constancia que 27 terremotos causaron algún tipo de daño, 34 causaron pánico en la población y 23 originaron ruido subterráneo. Se han señalado los efectos mayores, con lo que éstos se superponen, es decir, 27 ocasionaron daño, 61 generaron pánico y 84 originaron ruido subterráneo.

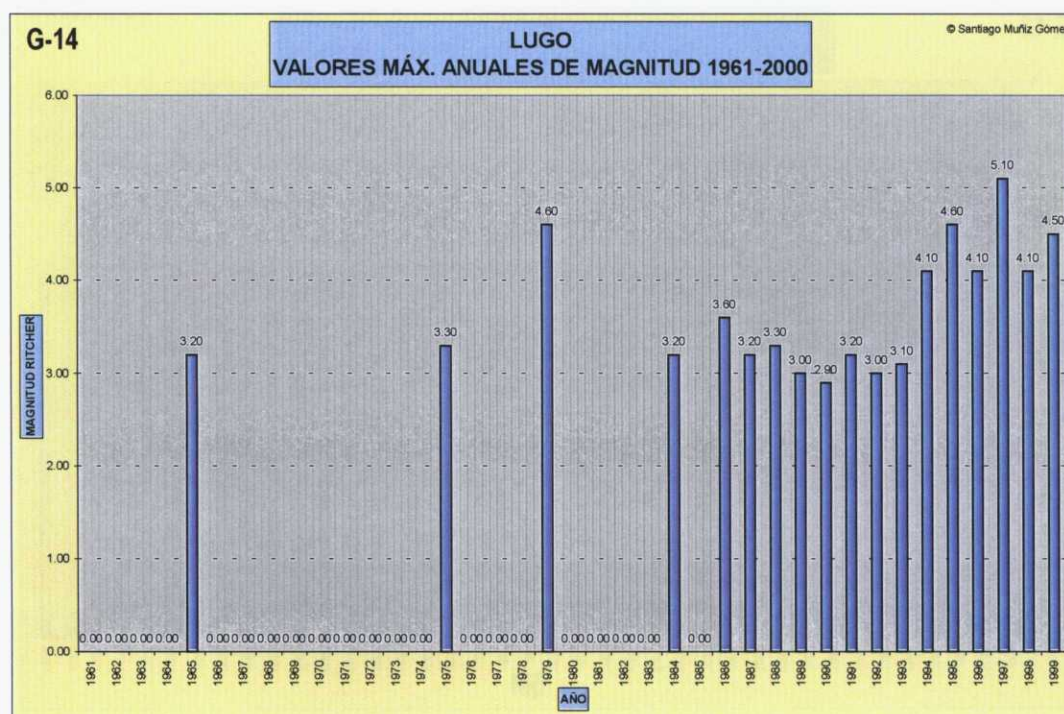
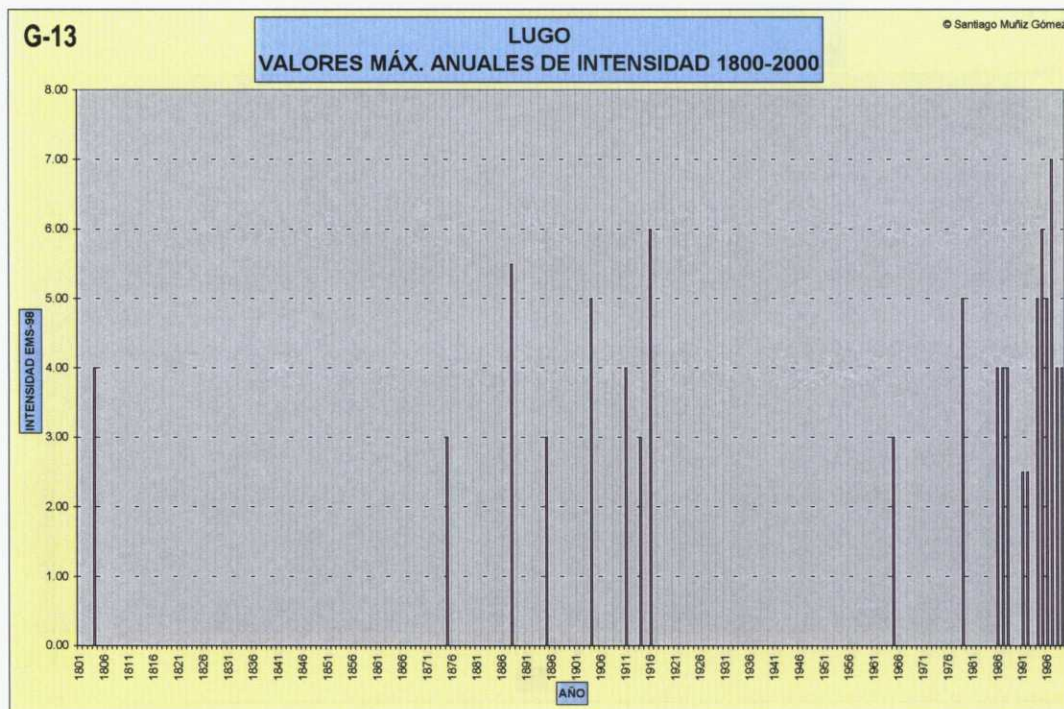
En el caso de las fuentes escritas, tenemos 795 sismos documentados, de los cuales casi 200 (56%) son recogidos por la prensa gallega, mientras que 26 (7%) sólo lo son por la prensa madrileña. Otras fuentes incluyen documentación de otros 130 sismos (37%), que no aparecen recogidos en la prensa.

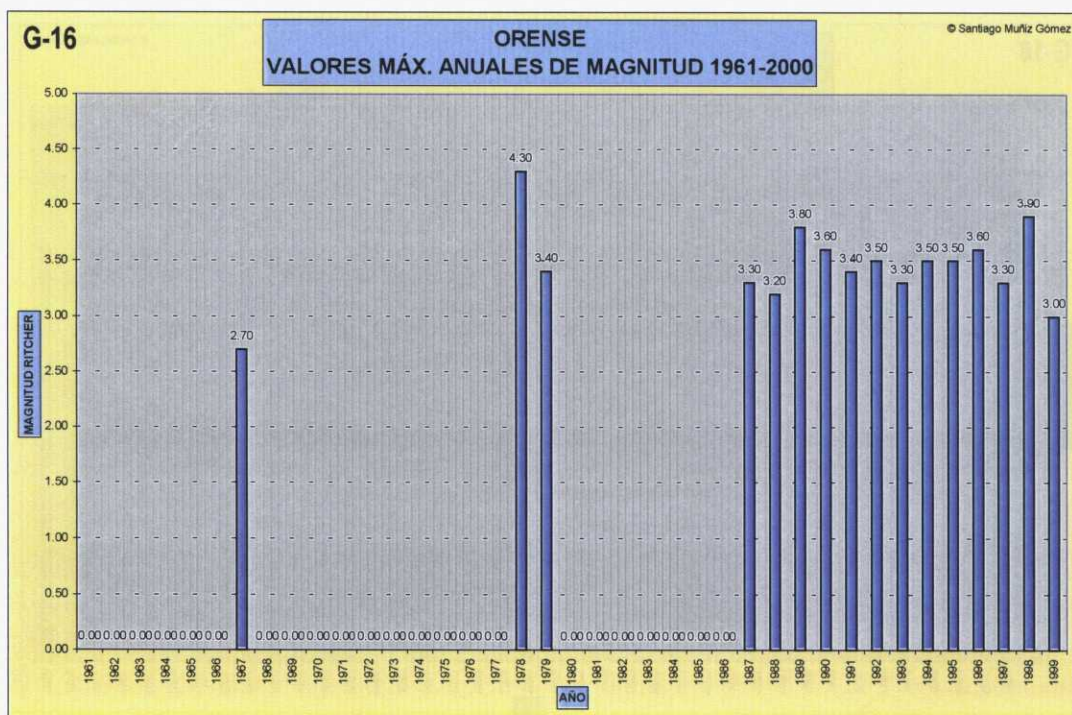
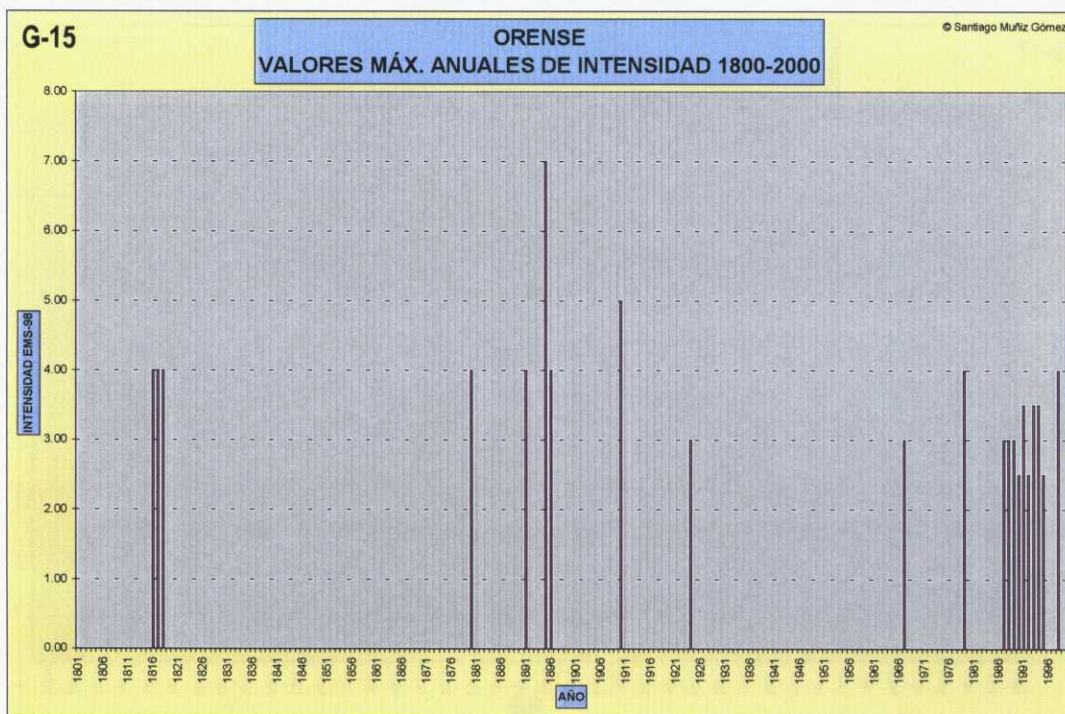
Con respecto a la calidad de las descripciones de las fuentes, 115 son de mala calidad (sólo indican la percepción de un sismo), lo que supone un 33%, 155 son de buena calidad (incluyen abundante información de efectos), un 44% y 79 son de calidad regular (incluyen una breve nota sobre el sismo, esto es el 23% restante.

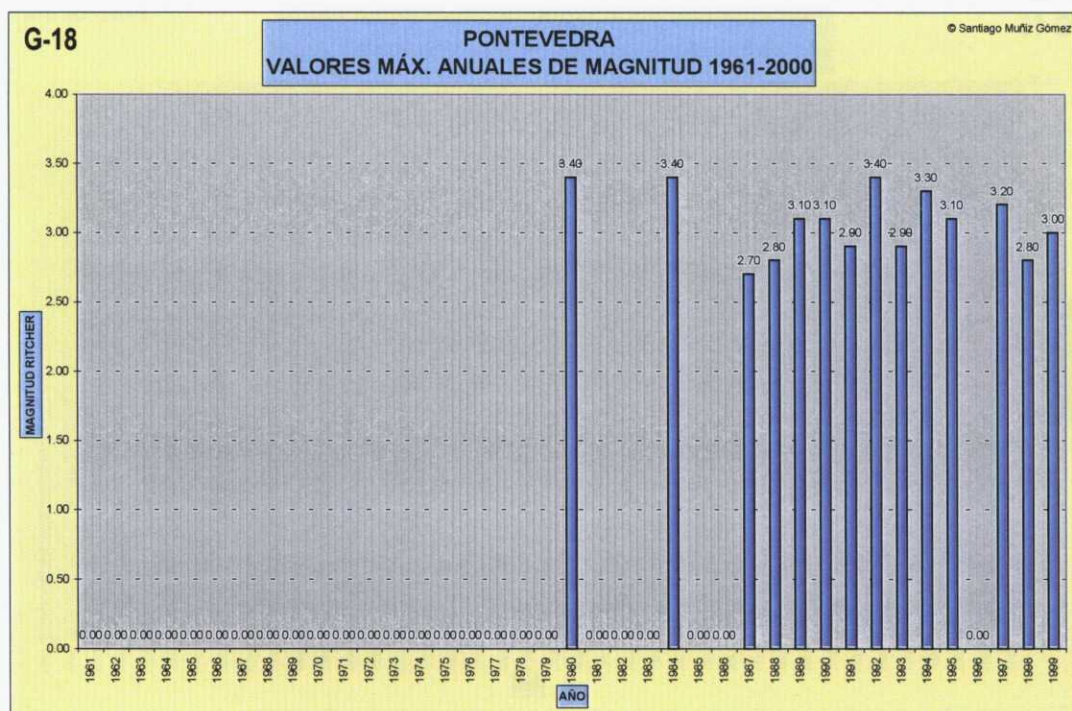
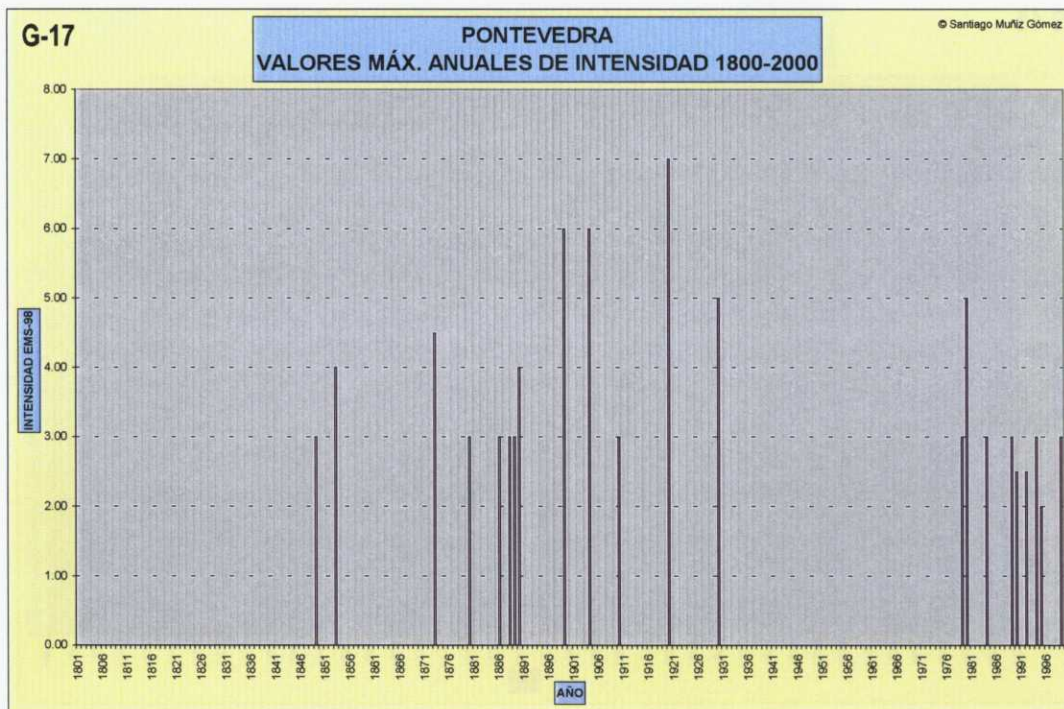
En el gráfico G-9 se muestra gráficamente la distribución temporal de los sismos gallegos por intensidades, reflejando únicamente valores máximos anuales, en este gráfico podemos ver la recurrencia de los diversos sismos, nótese la tendencia de series a intervalos de 40 años aproximadamente. En el gráfico G-10 se refleja de forma similar los valores de magnitud, en este caso desde el año 1961, vemos que sólo dos veces se ha superado el valor de magnitud 5, aunque existen 16 valores que superan el 4. Estos valores se vienen dando a intervalos sensiblemente regulares de unos 4 años. Nótese el efecto de la aparición de la estación sísmicas de Santiago en los 70 y la conexión a la red digital de los 80.











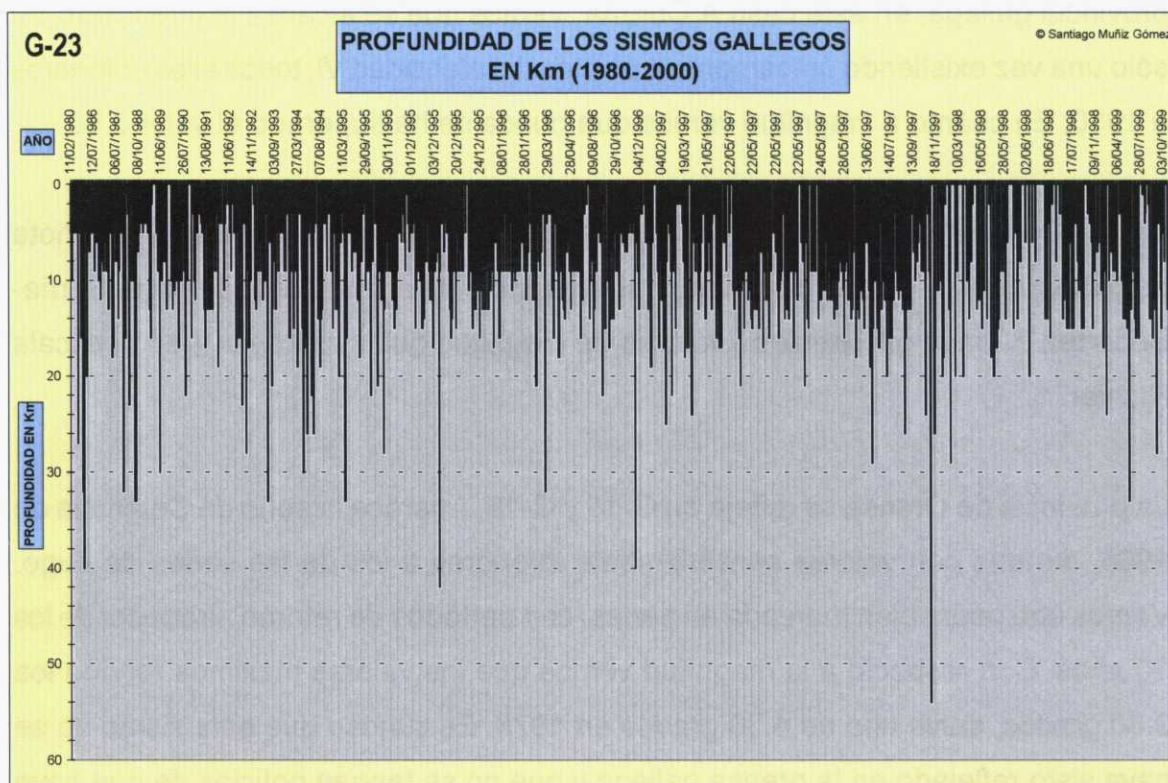
En los gráficos G-11 y G-12 se refleja lo anteriormente indicado pero para cada provincia gallega, en este caso A Coruña. Vemos que se alcanza la intensidad VII sólo una vez existiendo únicamente 4 sismos de intensidad VI, todos ellos anteriores a 1910. En cuanto a magnitud vemos que nunca se ha superado el valor 3.50.

En G-13 y G-14 se señalan los valores de la provincia de Lugo. Se nota perfectamente la distribución temporal en serie y la aparición de la serie Sarria-Becerreá. Vemos que existen 7 valores de magnitud que superan el 4 en la escala Richter.

La provincia de Orense se refleja en G-15 y G-16. Aparece la serie de Celanova de 1996, aunque con valores sensiblemente inferiores a los de las series de Lugo. Vemos una pauta bien marcada en series, con períodos de retorno alrededor de los 10 años. Con respecto a la magnitud vemos que los valores máximos rondan los 3.50 grados, salvo uno de 4.30 grados en 1978. Es curioso que este sismo no se haya visto reflejado en la prensa gallega y que no se tengan noticias de que haya sido sentido por la población.

Por último, en los gráficos G-17 y G-18 reflejamos la actividad sísmica de la provincia de Pontevedra, donde únicamente se han superado en 3 años los valores de intensidad VI y nunca se ha alcanzado el valor de magnitud 3.50.

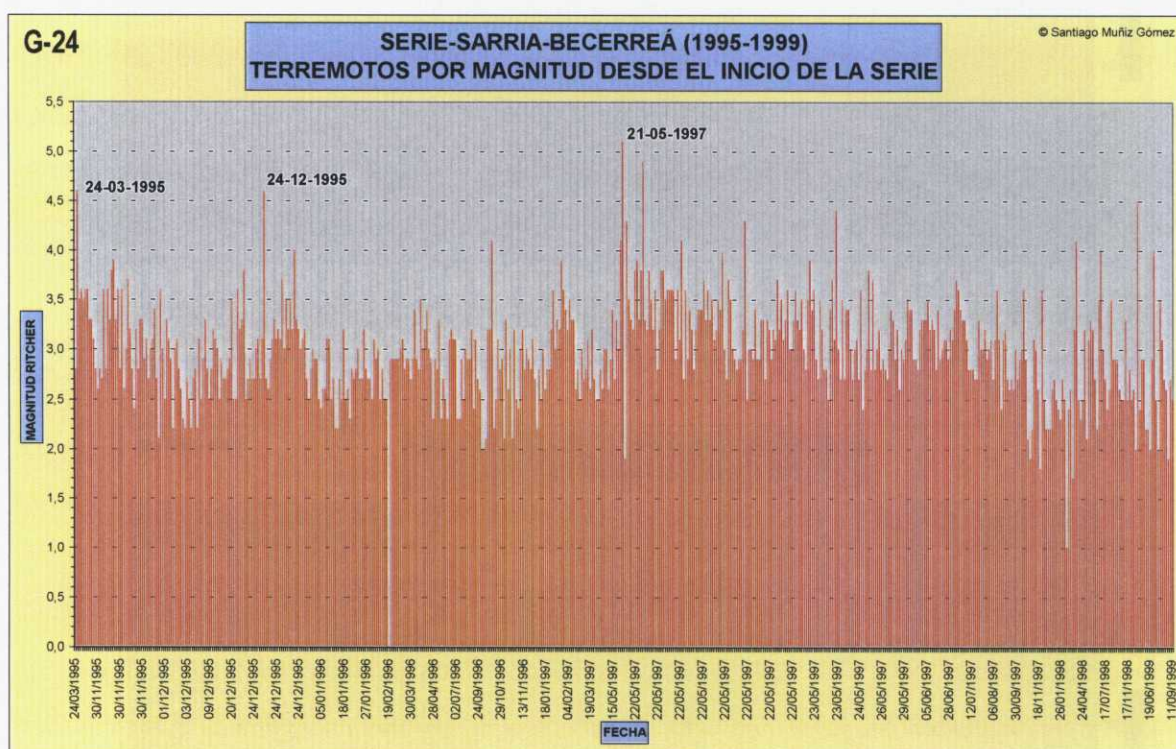
Por último, en el gráfico G-23 se reflejan las profundidades de los epicentros gallegos. Desde los años 80, o sea, desde la conexión con la red sísmica nacional, que es cuando comienzan a reflejarse estos datos. Vemos que la inmensa mayoría de registros tiene profundidades inferiores a los 10 kilómetros, con lo que queda reflejada la superficialidad de los sismos gallegos. El resto de valores reflejan una profundidad inferior a los 20 kilómetros, superando sólo 13 terremotos la profundidad de 30 kilómetros, son sismos con foco Atlántico.



LA SERIE SARRIA-BECERREÁ

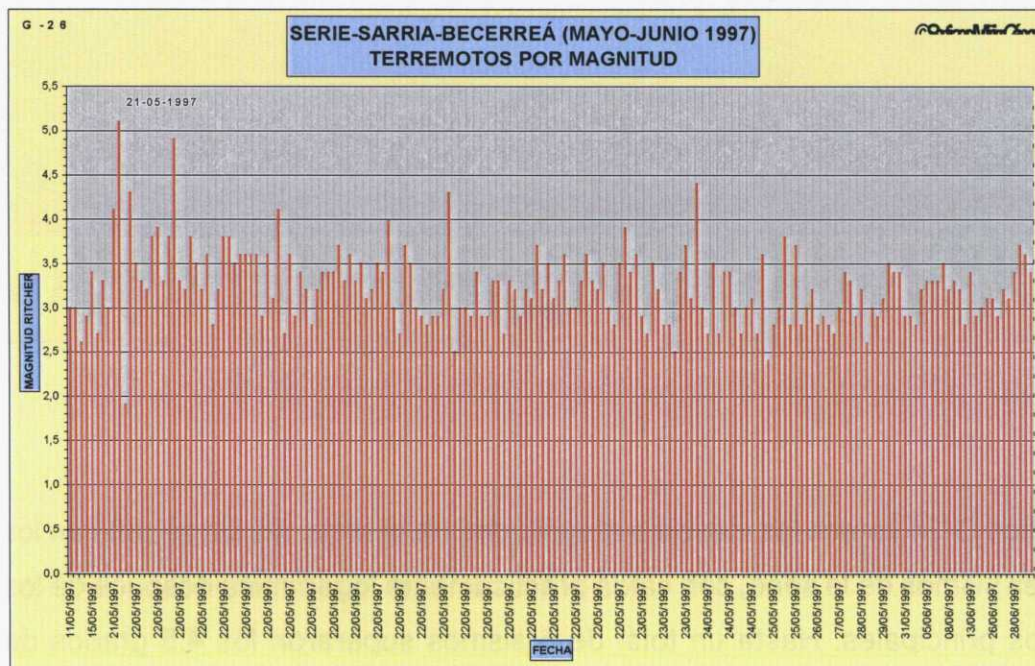
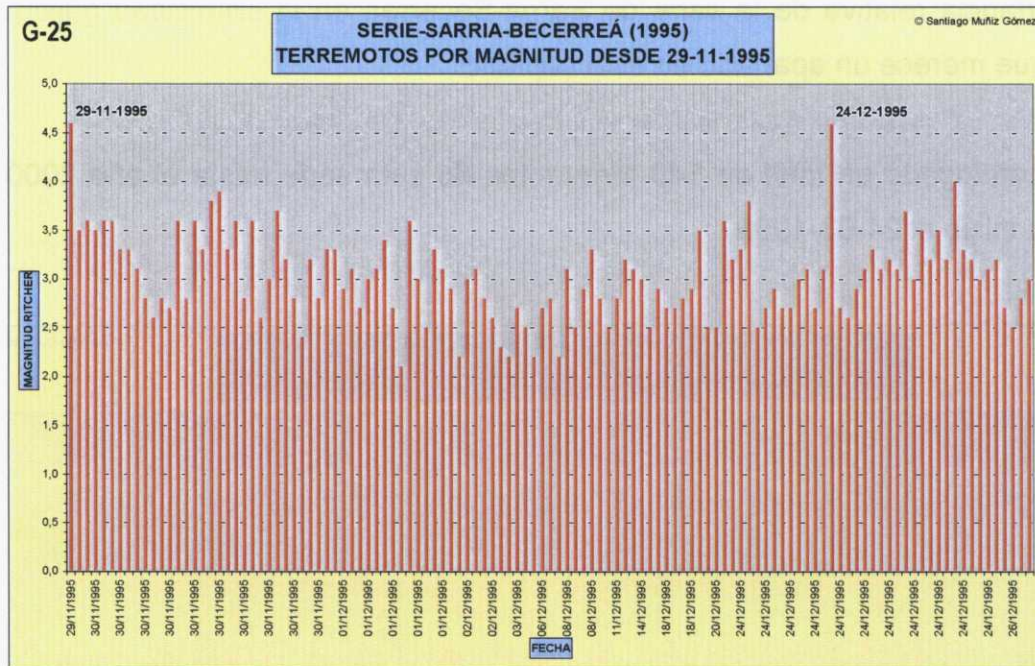
La importancia relativa de la serie de Sarria-Becerreá en la sismicidad gallega parece que merece un apartado en este capítulo.

Hemos catalogado un total de 540 terremotos de esta serie hasta el año 2000, desde su inicio el 24-03-1995.



En el gráfico G-24 vemos las mayores magnitudes de la serie, donde se reflejan los principales sismos de la serie, con caída prácticamente logarítmica después de los terremotos principales. Hasta un total de 5 sismos superaron los 4.5 grados de magnitud, con una cantidad importante de terremotos entre una magnitud 3 y 4

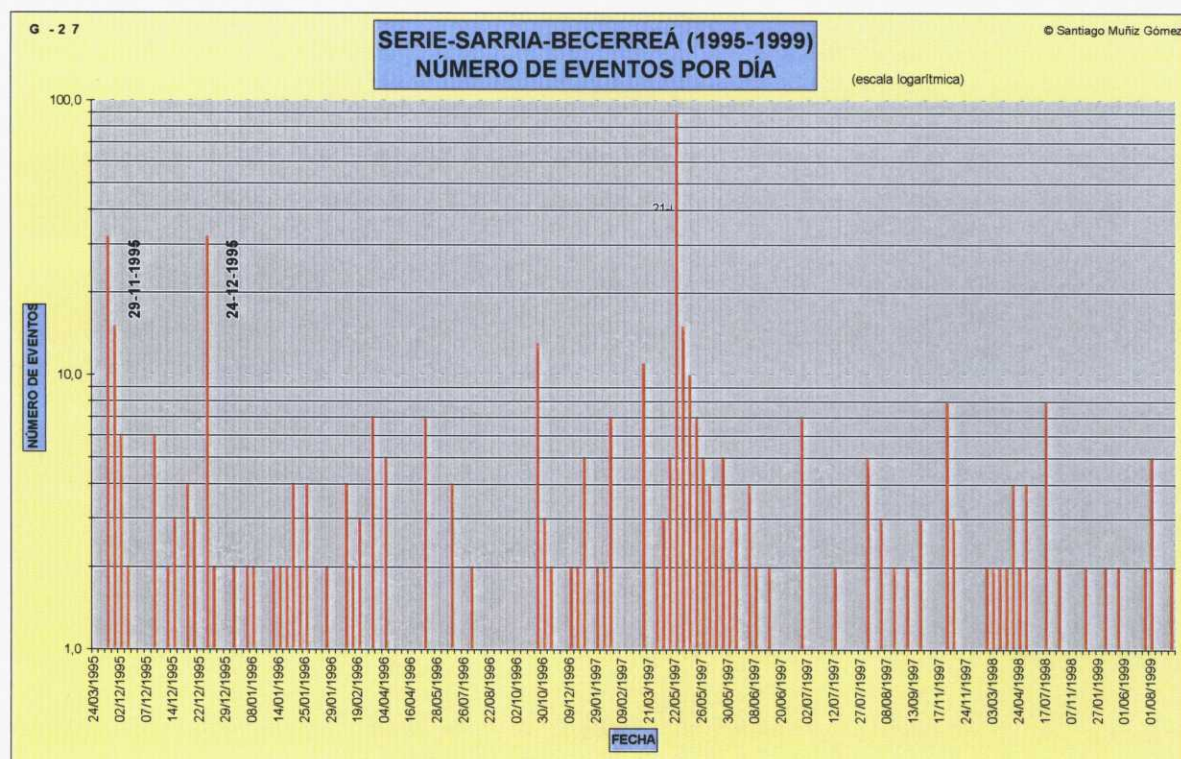
Richter.



En los gráficos G-25 y G-26 se desglosan las magnitudes máximas por días para los

períodos principales de los años 1995 y 1997.

Por último, en el gráfico G-27 se indica el número de terremotos diarios, en escala logarítmica, con una media de 6 terremotos diarios, llegando a los 90 terremotos el día 21-05-1997.



8- CONCLUSIONES

"El horror y la fatalidad han estado al acecho en todas las edades. ¿Para qué, entonces, atribuir una fecha a la historia que he de contar?" (Edgar A. Poe)

CONVENIENCIA Y OPORTUNIDAD

Hoy en día se encuentra totalmente extendido el concepto de que, cualquier estudio sobre sismicidad en una determinada zona geográfica, es imprescindible que parta de un catálogo sísmico lo más exhaustivo y exacto posible, dependiendo de la bondad del mismo buena parte de los resultados obtenidos.

Galicia no es una excepción a lo anterior, es mas, al tratarse de una zona de relativa baja sismicidad, es necesario concretar aún más este catálogo ya que pueden haberse perdido las referencias de los terremotos sentidos históricamente, al no producir éstos grandes daños.

En los últimos años surge el interés del estudio de la Comunidad Gallega, tanto desde un punto de vista sismológico como geológico, debiendo a la ocurrencia de las series sísmicas de Sarria-Becerreá de los años 1995-1997, que se concretan en la revisión de la sismicidad gallega en el borrador de la nueva norma sismorresistente NCSE-91, donde se incluye la una buena parte de las provincias de Lugo y Orense en zona sísmica.

No existen, sin embargo, estudios sobre sismicidad histórica en Galicia, salvo casos concretos y delimitados en el tiempo, como son los de **Rodríguez de la Torre** en el siglo XIX. **Rueda y Mezcua** (2001) realizan también una revisión de la sismicidad gallega, recogiendo datos de **Rodríguez de la Torre** y ajustando valores de sismos

instrumentales. Tenemos también conocimiento de que se están realizando algunos trabajos sobre los efectos del terremoto de Lisboa de 1755 en las costas gallegas. Sin embargo consideramos que la sismicidad histórica gallega, en su globalidad, no está suficientemente estudiada, siendo un campo abierto para la investigación. Dentro de este campo se ha pretendido englobar este trabajo.

La ciencia sismológica se ha desarrollado casi en su práctica totalidad en el siglo XX. Es necesario comprender este hecho con el fin de interpretar correctamente los datos que poseemos sobre terremotos históricos, con el fin de englobarlos en su entorno de conocimientos de la época. Igualmente es necesario tener una mínima “cultura sísmica” para poder comprender la importancia de los diversos parámetros que se incluyen en los estudios de riesgo sísmico, aún en la actualidad conceptos como intensidad y magnitud se confunden a diario en la prensa y, aún más preocupante, entre profesionales técnicos. Por ello la mayoría de trabajos de este tipo suelen incluir una parte que podemos denominar divulgativa. Esta no es la excepción. Se incluye una breve historia de cómo hemos ido adquiriendo los conocimientos sismológicos actuales, se han definidos los diversos conceptos que se emplean en sismología y se incluye un estudio geológico de la comunidad gallega y de su entorno, lo que permite comprender con mayor claridad el origen de las fuentes sísmicas donde se originan los terremotos gallegos. Se ha estimado incluso necesario analizar históricamente el siglo XIX para poder entender los diversos períodos que se ven en la prensa de este siglo, donde surge de repente una gran cantidad de cabeceras, desapareciendo la mayoría de las mismas al poco tiempo, volviéndose a repetir este proceso. Esta evolución sólo se explica entendiendo los diversos períodos absolutistas y liberales de este ajetreado siglo.

La idea básica del estudio efectuado ha sido el realizar una investigación intensivista de la actividad sísmica gallega, incidiendo principalmente en como se ha visto reflejados estos terremotos en la prensa escrita gallega. Así, partiendo de los

catálogos oficiales, corregidos con otros datos disponibles, se ha realizado una búsqueda de éstos en la prensa diaria escrita de esas fechas, recuperando las informaciones contenidas en ésta. El proceso ha permitido ir corrigiendo y completando diversos datos de los catálogos existentes, mejorando el conocimiento de los diversos registros sísmicos.

Parece lógico considerar este proceso como válido hasta principios del siglo XX, ya que entonces existen ya estaciones sísmicas que registran los diversos eventos telúricos, con mayor precisión que una nota de prensa. Esta idea es claramente falsa. De entrada la estación sísmica de Santiago data de los años 70 y la conexión a la red sísmica nacional data de los 80, de estas fechas para atrás las lagunas en los catálogos son importantes y existen claros errores y omisiones, debido a la forma de elaboración de los mismos.

Se ha pretendido no sólo recopilar y catalogar los sismos existentes en la zona geográfica de la comunidad gallega, sino recuperar las descripciones de dichos registros, siempre que ha sido posible. Así el objetivo del trabajo no ha sido únicamente generar un listado, todo lo contrario, trata de complementar dicho listado con descripciones y transcripciones directas de las fuentes originales. Consideramos que esto ayudará sin duda a futuros investigadores, ya que van a encontrar en el presente trabajo una cantidad importante de transcripciones directas que facilitarán, sin duda, a otro tipo de estudios más concretos.

Un catálogo sísmico no es nunca un documento definitivo. Por una parte está claro que al mismo se deben incorporar los últimos datos sísmicos, según van ocurriendo. Pero también se deben complementar los registros históricos, sobre la base de nuevas investigaciones y estudios. Desde este punto de vista está claro que en un futuro irán apareciendo correcciones y adiciones al catálogo. El tratamiento informático de este tipo de documentos es básico y facilita enormemente el análisis

de datos sísmicos. Por ello se ha efectuado un considerable esfuerzo en realizar un tratamiento informático de los datos que permitan un manejo sencillo e intuitivo de los mismos.

Hoy en día se prefiere incluir en los catálogos parámetros de calidad, que son mas expresivos que un único dato de intensidad. Se han añadido estos parámetros, sobre todo en cuanto a datos que poseemos de un determinado terremoto y los efectos sentidos. Se ha incluido también un campo de Magnitud Momento (**Rueda y Mezcua**, 2001), parámetro que ayuda a la determinación del riesgo sísmico. También se actualizan los datos de intensidad a la escala EMS-98, uniformizando los datos del mismo en todos los períodos de tiempo.

Un listado sísmico no tiene una lectura sencilla, debida a la gran cantidad de datos en él contenidos. Por ello se ha pretendido facilitar su interpretación con una serie de estadísticas y gráficos que se analizan en el apartado correspondiente. Igualmente se ha realizado un estudio en etapas concretas de tiempo, normalmente por décadas, con el fin de comprender de forma más específica la sismicidad en estos períodos. También se han realizado estudios individuales de eventos más singulares, como puede ser el terremoto de Lisboa de 1755 o la serie sísmica de Sarria-Becerreá (1995-1997).

Los diversos datos obtenidos se han volcado en una aplicación geográfica, que si bien no alcanza el nivel que podemos definir como un GIS (sistema de información geográfica), consideramos suficientemente expresivo para los objetivos buscados. De esta forma se analizar no sólo temporalmente los diversos eventos, sino también espacialmente, incluyendo numerosos mapas de isosistas y de percepción. Con el fin de ordenar adecuadamente el documento, se incluyen al final del trabajo a modo de colección de mapas, lo que se ha venido denominando Atlas Sísmico.

La sismología es, sin duda, uno de los campos científicos donde las nuevas tecnologías han irrumpido con fuerza, hasta el punto que es prácticamente imprescindible el empleo de redes telemáticas para los diversos estudios sísmicos. Por ello se ha considerado oportuno incluir un apartado sobre distribución de datos sísmicos por Internet, así como incluir en bibliografía una amplia fuente documental sobre el tema. Igualmente se ha considerado un aspecto importante de este trabajo la publicación Web de este catálogo, con el fin de hacerlo accesible a la comunidad internauta.

RESULTADOS

Podemos indicar, a modo de resumen, los siguientes resultados que extractamos del presente trabajo:

- Consideramos que los estudios sobre sismicidad histórica en Galicia son insuficientes, siendo necesario complementar y corregir el catálogo sísmico oficial del Instituto Geográfico Nacional. No es ninguna novedad, ya los estudios de **Rodríguez de la Torre** apuntaban esta idea. Los estudios de **Rueda y Mezcua** (2001) sobre la sismicidad gallega, demuestran lo que se sospechaba: el ajuste del catálogo sísmico, entre otros aspectos, como puede ser una zonificación mas exhaustiva y una mejor concreción de las fuentes sísmicas, suponen la modificación del riesgo sísmico de la comunidad gallega, que se concreta en el borrador de norma sísmicas actualmente existente, NCSE-2001.
- Parece claro que todo catálogo sísmico va a poseer errores y omisiones. Esto implica la necesidad de una investigación continuada, con el fin de actualizarlo según se vayan avanzando en la investigación. Por ello en un catálogo sísmico no sólo se deben añadir datos de nuevos sismos, sino que también se deben ir incluyendo modificaciones de registros históricos.

- La aparición de la prensa escrita supone un avance sustancial para el estudio de la sismicidad histórica. Permite tener publicaciones consecutivas en el tiempo, editadas en un determinado lugar, lo que permite datar, localizar y determinar la intensidad aproximada en función de los efectos descritos. Esto supone una ganancia de calidad sustancial, en contraposición a sismos anteriores a la aparición de la prensa escrita, donde es necesario recurrir a monografías o crónicas específicas. Este tipo de estudios solo aparecerán para sismos relativamente importantes, mientras que la prensa escrita bajará el umbral de sensibilidad hasta una intensidad II-III.
- Si bien es cierto que en zonas con alta sismicidad, el concretar datos de sismos con intensidades inferiores a IV no es determinante para los cálculos de riesgo sísmico, esto no es así para zonas con baja sismicidad, como es el caso de Galicia, donde estos sismos serán los habituales y los que condicionarán el riesgo sísmico de la zona geográfica analizada.
- No es cierto que el recurrir a fuentes documentales sólo sea válido para terremotos ocurridos en período no instrumental –anteriores al siglo XX-. Todo lo contrario, en el caso de Galicia, el observatorio geofísico de Santiago se instala en los años 70 y la Comunidad se une a la red sísmica nacional en los 80. Esto implica que la calidad documental del catálogo sísmico actual hasta los años 70 sea claramente deficiente, salvo períodos concretos de tiempo, como puede ser la segunda mitad del siglo XIX, gracias a los trabajos de **Rodríguez de la Torre**.
- El catálogo sísmico español nace de las catalogaciones pioneras de personajes como **Perrey** (1875), recopilando estos datos **Galbis** (1932), que es en la práctica el primer catálogo sísmico español con una metodología sismológica. **Galbis** no recurre a fuentes originales, transcribiendo directamente los datos de **Perrey**. **Munuera** (1963) formará la base del actual catálogo sísmico. Vuelve a transcribir directamente los datos de **Galbis** sin recurrir a las fuentes. Posteriormente **Mezcua** y **Martínez** (1983) completarán estos datos, incluyendo registros de diversos trabajos realizados en zonas geográficas concretas como

Cataluña, Valencia o Andalucía. Esto implicará una cierta falta de homogeneidad de los datos dependiendo de la zona geográfica analizada. Vemos que en la práctica sólo **Perrey** recurre a fuentes originales, por lo que existen claros errores, en algunos casos notorios, dentro del catálogo, que se han ido transmitiendo de una edición a otra: Es necesaria una revisión en profundidad.

- Hoy en día se considera asumido la existencia de este problema. Sismólogos como **Musson, Levret o Guidoboni**, entre muchos otros, recomiendan recurrir a las fuentes originales de forma sistemática para poder corregir los errores de los diversos catálogos, ya que el problema es extensivo a toda Europa.
- Una rápida revisión del catálogo sísmico denota la existencia de una serie de huecos en blanco, siendo imprescindibles los de localización geográfica e intensidad. La no existencia del registro de intensidad supone en la práctica la no consideración de ese registro para cálculos de riesgo sísmico, por lo que se nos antoja imprescindible complementar en la medida de lo posible estos datos. Ese ha sido uno de los objetivos del presente trabajo.
- Retomamos el concepto de investigación sísmica *intensivista*, original de Rodríguez de la Torre. Significa que nuestra investigación se centra en la búsqueda de documentación sobre la base de un catálogo sísmico existente, conociendo ya las fechas y tratando de documentar, completar y corregir los diversos registros. Esta investigación *intensivista* se contrapone a la *extensivista*, que supone una “búsqueda a ciegas” a lo largo de la prensa y otra documentación de eventos sísmicos que hayan pasado desapercibidos a los diversos catalogadores.
- Lo anterior implica que deben existir sismos inéditos, sobre todo en dos períodos de tiempo concreto, el primero sería con anterioridad a la segunda mitad del siglo XIX y el otro sería durante las primeras décadas del siglo XX. En el primer período es complicado conseguir documentación debido a la falta de una continuidad temporal sistemática. El segundo período está poco estudiado y es uno de los períodos a analizar en investigaciones futuras.

- No tenemos un conocimiento homogéneo de la totalidad de la comunidad gallega. La aparición de la prensa en la provincia de Orense es mas tardía que en el resto de Galicia, por lo que es esperable que existan más sismos inéditos que en el resto de la Comunidad.
- La metodología seguida ha sido la búsqueda en los principales periódicos editados en Galicia y que han llegado a nuestros días, como es el caso de *La Voz de Galicia*, *El Correo Gallego* y *El Faro de Vigo*. Posteriormente se recurre, cuando es posible, a prensa local sobre un sismo determinado. También se incluyen referencias de prensa editada en Madrid y otras capitales.
- Se incluyen así mismo registros portugueses, al ser Portugal una de las principales fuentes sísmicas de la comunidad gallega.
- Se han actualizado los valores de intensidad a la escala EMS-98, con lo que este parámetro queda homogeneizado en todo el catálogo.
- Se incluyen los valores de magnitud momento sobre la base de los estudios **Rueda y Mezcua** (2001) y sus propuestas concretas de correlación. Este parámetro facilita los cálculos de riesgo sísmico.
- Igualmente se han realizado ajustes de orden menor, como de datación, eliminación de datos falsos o duplicados, actualización toponímica de acuerdo con los nombres de localidades oficiales recomendados por la Xunta de Galicia y el Instituto Geográfico Nacional.
- Se añaden al catálogo registros de calidad y de efectos, que permiten concretar más el conocimiento de los terremotos analizados así como la percepción de los mismos por la población, independientemente del grado de intensidad asignado.
- Se ha realizado un esfuerzo notable en la informatización del catálogo. Estas técnicas son hoy en día imprescindibles, pero suelen efectuarse con programas relativamente incómodos de manejo de datos. Se ha pretendido simplificar el manejo de estos datos de forma intuitiva. En este caso se ha recurrido a un manejo mediante hojas de cálculo, por lo que no son necesarios programas complejos de bases de datos. Sin embargo en estas hojas de cálculo se han

empleado técnicas de bases de datos, por lo que es posible el traslado sencillo de datos a otros formatos o el manejo de los mismos por programas que admitan formatos SQL de base de datos. Las propias hojas de cálculo permiten el filtrado de datos en las condiciones requeridas, además de conectarse automáticamente con los gráficos estadísticos que se incluyen, estos se actualizan automáticamente en tiempo real según se modifica cualquier registro en el catálogo.

- La conexión telemática de los catálogos sísmicos es hoy en día fundamental e imprescindible. La misma técnica empleada para el manejo de datos permite una publicación Web sencilla, aspecto que se realiza y se incluye de hecho. Por lo tanto el catálogo y sus estadísticas se publican electrónicamente vía Internet, desde los servidores de la Universidad de A Coruña (<http://www.estructuras.udc.es>).
- Consideramos que lo anterior supone una herramienta informática sencilla, intuitiva, altamente flexible y muy potente para el análisis sísmico de la comunidad gallega.
- Se incluye la reproducción literal de muchas de las fuentes escritas analizadas. Consideramos este aspecto fundamental para posibles investigaciones futuras, permitiendo recurrir rápidamente a las fuentes originales para analizar la bondad de las conclusiones extraídas. Es cierto que el ideal sería la reproducción directa de las mismas, pero esto presentaba dos problemas, por una parte la calidad gráfica de las mismas, ya que en su mayoría son obtenidas de lectores de microfilmes, con una calidad muy baja. Por otro el excesivo volumen del presente trabajo, ya de por sí importante, y que suponía la práctica duplicidad de esta información.
- Con el fin de facilitar la lectura e interpretación del catálogo sísmico se incluyen estadísticas y gráficos de diversos tipos, que se describen en el apartado correspondiente
- Se incluyen así mismo mapas de isosistas y de intensidad sentida, lo que

permite mejorar el conocimiento de áreas macrosísmicas, lo que debe mejorar la precisión de los cálculos de riesgo sísmico.

- Se incluyen y reproducen parcialmente los estudios de **Rueda y Mezcua** (2001), que permiten comprender de forma clara la sismicidad y las fuentes sísmicas de la comunidad gallega. Consideramos que sus conclusiones son similares a las incluidas en el presente trabajo sobre la sismicidad histórica gallega.
- Sobre el análisis de la prensa escrita, se incluye un análisis histórico, relacionando los períodos políticos de los últimos siglos con la prensa existente en cada momento. Se incluyen así mismo estudios sobre la evolución de la tecnología de la transmisión de las noticias. Así mismo se incluyen análisis sobre los diversos problemas y errores que suponen la transmisión de las noticias sísmicas.

CONCLUSIONES

A modo de conclusión podemos extractar lo siguiente:

- El catalogo sísmico gallego oficial presenta diversos tipos de errores y omisiones que consideramos importantes y que hacen imprescindible su revisión, Como queda demostrado a lo largo del presente trabajo. Por extrapolación, este hecho es extensible al resto del catálogo nacional.
- El origen de estos errores del catálogo oficial viene en gran parte inducido por el hecho de tratarse de sucesivas transcripciones sin contrastar las mismas con las fuentes originales.
- Cabe de esperar que existan zonas y épocas en las que los estudios realizados no se puedan considerar definitivos, como puede ser la primera mitad del siglo XIX, debido a la dificultad de encontrar colecciones completas de prensa, e, incluso, en el primer tercio del siglo XX.
- El hecho de que la prensa escrita en Orense sea más tardía que en el resto de la

Comunidad Gallega hace que sea previsible que existan sismos hasta ahora inéditos.

- Las anteriores modificaciones del catálogo hacen que sea previsible un aumento del riesgo sísmico en el interior de las provincias de Lugo y Orense. Las últimas investigaciones sobre el tema en Galicia corroboran este hecho.
- En todo caso se confirma que no han ocurrido sismos destructores debidamente contrastados en la Comunidad, por lo que este aumento de riesgo no implica que sean previsibles terremotos peligrosos para la población.

NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como hemos indicado, somos de la opinión de que un catálogo sísmico debe estar siendo modificado de forma continuada, no sólo por su parte final –sismos nuevos– sino también en épocas históricas, con los nuevos datos que aporten las investigaciones a lo largo del tiempo.

Hemos cortado el trabajo en una determinada etapa del proceso, de tal forma que el conjunto sea homogéneo, o al menos esa a sido nuestra intención, pero quedan varias puertas abiertas y una serie de lagunas a completar:

- Quedan por investigar archivos históricos, como pueden ser los de administraciones locales, crónicas o archivos eclesiásticos. No son textos específicos sobre sismicidad. Sería necesario una búsqueda extensivista con el fin de encontrar nuevas referencias de sismos, sobre todo anteriores al siglo XIX. Es de esperar que también existan nuevos datos sobre éstos en el siglo XIX, incluso en el XX.

- No se ha querido profundizar en los efectos del sismo de Lisboa de 1755 en Galicia, reflejando únicamente datos y mapas de isosistas contenidos en obras que han llegado a nuestras manos. El hecho de que haya varios investigadores trabajando en este tema concreto nos ha llevado a ello. Esto sería extensivo a otros grandes sismos lusos, que sin duda afectaron a la comunidad gallega.
- La prensa analizada tiene sus propias limitaciones temporales. Pensemos que El Faro de Vigo es el primero de los periódicos analizados que aún se edita hoy en día y comienza a editarse en 1853 no editándose todos los días en sus primeros años. En las hemerotecas consultadas existen vacíos temporales de El Faro de Vigo, en concreto desde 1895 hasta 1910 y desde 1950. Evidentemente es posible encontrar dichos números en las propias hemerotecas del periódico, pero no se consideró necesario en su momento ya que son períodos donde existen las otras dos cabeceras examinadas y su búsqueda suponía alargar en el tiempo la investigación. No ha sido sencillo la búsqueda de otras cabeceras editadas en el XIX, incluso anteriores a las fechas analizadas. Existen muy pocos números, con grandes discontinuidades temporales y dispersas en varias bibliotecas y archivos. El hallazgo de números concretos en diversos períodos de tiempo puede ayudar a conocer más en profundidad mas datos de varios eventos sísmicos hasta ahora poco conocidos.
- Hemos tomando de **Rodríguez de la Torre** referencias de prensa madrileña sobre sismos gallegos en la segunda mitad del XIX, ha quedado fuera del presente trabajo la búsqueda de similar información en la primera mitad del XIX y siglos anteriores. También es necesario una búsqueda similar a lo largo del siglo XX.
- Igualmente se debería recurrir a prensa local para completar los datos en este trabajo contenidos sobre sismos concretos.
- Dentro de las cuatro provincias gallegas, Orense es sin duda la que ofrece un vacío de sismos ocurridos, siendo de esperar que existan numerosos sismos aún inéditos. El nacimiento de la prensa escrita en Orense es más tardío que en

el resto de la comunidad gallega. Pensemos que el periódico mas representativo de los existentes en esa provincia, La Región, data del año 1910. Una investigación en la prensa local ayudará a llenar sin duda los vacíos existentes.

- En las primeras décadas del siglo XX deben existir mas sismos de los actualmente catalogados, siendo necesaria una búsqueda extensivista en los mismos. Consideramos que esta labor se debe realizar al menos hasta los años 50 o incluso hasta los años 70, cuando se crea la estación sísmica de Santiago de Compostela. No dudamos que este estudio aportará numerosas sorpresas.
- Existe una falta clara de estudios de paleosismicidad, que nos ayuden a comprender la sismicidad gallega en épocas muy anteriores a la presente.
- La serie sísmica de Sarria-Becerreá, genera tal cantidad de noticias sísmicas que ha sido imposible volcarlas en su totalidad en el presente documento, incluyendo únicamente titulares de los principales periódicos gallegos. Esta cantidad de información sin duda es fuente para estudios de tipo sociológico sobre la percepción sísmica en la población en períodos continuados de tiempo.
- No debemos olvidar que una de las principales fuentes sísmicas de Galicia se encuentra en los terremotos lusos. Se considera necesario estudiar los sismos históricos portugueses, sobre todo los que tienen epicentros más al Norte de Porto.
- Los mapas resultantes de esta investigación no dejan de tener sus limitaciones. Queda por adaptar los mismos a un sistema de información geográfica (GIS), lo que facilitará el tratamiento cartográfico y estudios como análisis de riesgo. Hoy en día existen aplicaciones similares en Galicia, concretándose, por ejemplo, en análisis de riesgos en inundaciones o nevadas, realizadas por el CESGA, con programas como ARCVIEW.

Evidentemente existen muchas puertas abiertas. De hecho no hemos pretendido cerrar ninguna, sino simplemente “limpiarlas” un poco. Ha sido nuestra intención que el presente trabajo ayude de alguna forma a entender de una manera global la

sismicidad gallega y sea de utilidad para otros estudios que, sin duda, deben surgir, y que ayudarán a cerrar alguna de estas puertas que planteábamos con anterioridad.

A Coruña, septiembre 2001

BIBLIOGRAFÍA

INGENIERÍA SÍSMICA

AGUIAR, R.

ACCIONES PARA EL DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS
MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA CIMNE IS-30
CIMNE
BARCELONA 1998

AGUIAR, R. ET AL.

EVALUACIÓN DEL DAÑO SÍSMICO GLOBAL EN EDIFICIOS PORTICADOS DE HORMIGÓN ARMADO.
MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA CIMNE IS-30
CIMNE
BARCELONA 1998

AMBROSE, J.; VERGUN, D.

DISEÑO SIMPLIFICADO DE EDIFICIOS PARA CARGAS DE VIENTO Y SISMO
LIMUSA
MÉXICO 1986

ARGÜELLES MARTÍN, A.

MÉTODO INTEGRADO DE ESTIMACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS. PRIMERA PARTE. DETERMINACIÓN
DE LOS PARÁMETROS
TESIS DOCTORAL
UN. POLITÉCNICA DE CATALUÑA, 1976

ARYA, A.S.

PROTECTION OF EDUCATIONAL BUILDINGS AGAINST EARTHQUAKES. A MANUAL FOR DESIGNERS AND
BUILDERS
EDACATIONAL BUILDING REPORT 13. UNESCO

BARBAT, A.H.

CÁLCULO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS
EDITORES TÉCNICOS ASOCIADOS
BARCELONA 1982

BARBAT, A.H.; CANET, J.M.

ESTRUCTURAS SOMETIDAS A ACCIONES SÍSMICAS. 2ª EDICCIÓN
CIMNE
BARCELONA 1994

BARBAT, A.H.; OROSCO, L.; HURTADO, J.E.; GALINDO, M.

DEFINICIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA

MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA CIMNE IS-10

CIMNE

BARCELONA 1994

BARBAT, A.H.; OLLER, S.

CONCEPTOS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS EN LAS NORMATIVAS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE.

MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA CIMNE IS-24

CIMNE

BARCELONA 1998

BARBAT, A.H.

EL RIESGO SÍSMICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS

CUADERNOS TÉCNICO 3

ED. CALIDAD SIDELÚRGICA

MADRID 1998

BOZZO, L. M.; BARBAT, A. H.

DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO

MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA CIMNE IS-15

CIMNE

BARCELONA 1995

BOZZO, L. M.; BARBAT, A. H.

DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICIOS. TÉCNICAS CONVENCIONALES Y AVANZADAS

ED. REVERTÉ

BARCELONA 1999

CAICEDO CAICEDO, C.

VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ZONAS URBANAS. APLICACIÓN A UN SECTOR DEL EIXAMPLE DE BARCELONA

TESIS DOCTORAL

UN. POLITÉCNICA DE CATALUÑA, 1993

CERERO, R.

ESTUDIO SOBRE LA RESISTENCIA Y ESTABILIDAD DE LOS EDIFICIOS SOMETIDOS A HURACANES Y TERREMOTOS.

MOPT

FACSIMIL

MADRID 1992

DOWRICK, D.J.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS RESISTENTES A SISMOS PARA INGENIEROS Y ARQUITECTOS

LIMUSA

MEXICO 1984

ENHER

ANÁLISIS DINÁMICO DE PRESAS
ETSICCP
BARCELONA 1990

HANGANU, A.; BARBAT, A.H.; OLLER, S.; OÑATE, E.

SIMULACIÓN DE DAÑO SÍSMICO EN EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA
SÍSMICA CIMNE IS-4
CIMNE
BARCELONA 1994

INSTITUTO TÉCNICO DE LA ESTRUCTURA EN ACERO

DISEÑO SÍSMICO
ITEA
MADRID 1999

JAMES, M.L.; SMITH, G.M.; WOLFORD, J.C.; WHALEY, P.W.

VIBRATION OF MECHANICAL AND STRUCTURAL SYSTEMS WITH MICROCOMPUTER APLICATIONS
HARPER COLLINS COLLEGE
NEW YORK 1994

JARAMILLO MORILLA, A.

MÉTODO PROBABILÍSTICO DE ESTIMACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS
TESIS DOCTORAL
UN. SEVILLA, 1982

LUZÓN MARTÍNEZ, F.

DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS SUPERFICIALES
MEDIANTE EL MÉTODO INDIRECTO DE ELEMENTOS EN LA FRONTERA. TESIS DOCTORAL
DEP. FÍSICA TEÓRICA Y DEL COSMOS.
UN. GRANADA
1995

MCYC. ROSENBLUETH, E. EDITOR

DISEÑO DE ESTRUCTURAS RESISTENTES A SISMOS
LIMUSA
MEXICO 1991

NAEIM, FARZAD; KELLY, JAMES M.

DESIGN OF SEISMIC ISOLATED STRUCTURES. FROM THEORY TO PRACTICE
JOHN WILEY & SONS, INC.
USA 1999

PAZ, MARIO

DINÁMICA ESTRUCTURAL. TEORÍA Y CÁLCULO
REVERTÉ

YÉPEZ MOYA, F.

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS APLICANDO TÉCNICAS DE SIMULACIÓN

TESIS DOCTORAL

UN. POLITÉCNICA DE CATALUÑA, 1995

YÉPEZ MOYA, F. ET AL.

EVALUACIÓN PROBABILISTA DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS POR MEDIO DE SIMULACIÓN

MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA.

ED. A. H. BARBAT

CIMMNE IS-20, 1996

SISMICIDAD

AENOR

EUROCÓDIGO 8. DISPOSICIONES PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS SISMORRESISTENTES

UNE-ENV 1998 1-1

ALBARELLO, D., BERARDI, A., MARGOTTINI, C. AND MUCCIARELLI, M., 1995

MACROSEISMIC ESTIMATES OF MAGNITUDE IN ITALY.

PURE AND APPLIED GEOPH., VOL 145 NO 2, PP 297-312.

ALBINI, P.; RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1993

KNOWN AND UNKNOWN EARTHQUAKES THROUING SOME EUROPEAN PERIODICALS OF THE EIGHTEENTH CENTURY

TERRAMOTAE, 5, 481-487

ALBINI, P.; RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1999

REAPASING HISTORIAL SOURCES ON THE 1828-29 EARTHQUAKE SÉQUENSE IN SOUTH-EASTERN SPAIN

FIRST WORKSHOP OF THE ES. WORKING GROUP "HISTORICAL SEISMOLOGY", 1-5 SEPTEMBER 1999,

MACERATA, ITALY

AMBRASEYS, N. N., 1971

VALUE OF HISTORICAL RECORDS OF EARTHQUAKES

NATURE, LONDON, 232 N° 5310

ARANGO GONZALEZ, J.R.

ANÁLISIS DE TERREMOTOS HISTÓRICOS POR SUS EFECTOS. EL TERREMOTO DE ANDALUCIA

MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA

CIMNE

BARCELONA 1994

ARENILLAS PARRA ET AL, 1984

ESTUDIO DE LA SISMICIDAD HISTÓRICA EN ESPAÑA. PROBLEMAS Y METODOLOGÍA
TREMBLEMENTS DE TERRE, HISTOIRE ET ACHEOLOGIE. IVEMES RECONTRES INTERNATIONALES
D'ARQUEOLOGIA E D'HISTOIRE D' ANTIVES, 2-3-4 NOVIEMBRE 1983.

BATLLÓ, JOSEP

CATALOGO-INVENTARIO DE SISMÓGRAFOS ANTIGUOS
IGN
MADRID 2000

BLAKE, A., 1941

ON THE ESTIMATION OF FOCAL DEPTH FROM MACROSEISMIC DATA
BULL. SEISMOL. SOC. AM., VOL. 3 1, P.225-231.

BRETON GONZALEZ, M.

LOS TERREMOTOS EN LA EDAD MEDIA Y SUS EFECTOS EN EL PATRIMONIO HISTÓRICO (S. UX-XVI).
PRECISIONES SOBRE SISMICIDAD HISTÓRICA.
TESIS DOCTORAL
UN. GRANADA, 1997

BURTON, P.W., R. MCGONIGLE, G. NEILSON, AND R.M.W. MUSSON, 1985

MACROSEISMIC FOCAL DEPTH AND INTENSITY ATTENUATION FOR BRITISH EARTHQUAKES, IN
EARTHQUAKE ENGINEERING IN BRITAIN, TELFORD, LONDON, 91 -110.

CAMPOS ROMERO, M. LOURDES

SISMICIDAD DE LA COSTA SUDOCCIDENTAL DE ESPAÑA. ANÁLISIS Y VALORACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS
POSIBLES RIESGOS COMO CONSECUENCIA DE LOS TSUNAMIS EN LA ZONA.
TESIS DOCTORAL
UN. COMPLUTENSE DE MADRID. 1989

CANAS, J.A. ET AL

PELIGROSIDAD SÍSMICA EN CATALUNYA
ETS CC
BARCELONA 1988

CANAS, J.A. ET AL.

SISMOLOGIA Y PELIGROSIDAD SÍSMICA
MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA.
ED. A. H. BARBAT
CIMMNE IS-11, 1996

CECI , L., MUSSON, R.M.W., AND STUCCHI, M.: 1996.

DO SEISMOLOGISTS AGREE UPON EPICENTRE DETERMINATION FROM MACROSEISMIC DATA? A
SURVEY OF ESC WORKING GROUP " MACRO SEISMO LOGY ",
ANNALI DI GEOFISICA, VOL 39, NO 5, PP 1013-1027.

CID RAMOS, F.J.

ZONACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE BARCELONA BASADA EN MÉTODOS DE SIMULACIÓN NUMÉRICA DE EFECTOS LOCALES

TESIS DOCTORAL

UN. POLITÉCNICA DE CATALUÑA, 1998

CHAVEZ MORILLO, J.

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO SÍSMICO A ESCALA REGIONAL: APLICACIÓN A CATALUÑA

TESIS DOCTORAL

UN. POLITÉCNICA DE CATALUÑA, 1998

DAVISON, C., 1900

SCALES OF SEISMIC INTENSITY

PHILOSOPHICAL MAGAZINE, 5TH SERIES, VOL 50, PP 44-53.

DAVISON, C., 1921

ON SCALES OF SEISMIC INTENSITY AND ON THE CONSTRUCTION OF ISOSEISMAL LINES

BULL. SEISM. SOC. AM., VOL 11 NO 2, PP 95-129.

DE MONTESSUS DE BALLORE; F.

LA PENÍNSULA IBÉRICA SEÍSMICA Y SUS COLONIAS". ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL. XXIII. 1894

DEL VALLE, C.

LOS TERREMOTOS DE GIRONA DE 1427 EN LA FUENTE HEBREA

ABEN EZRA EDICIONES, AJUNTAMENT DE GIRONA

MADRID-GIRONA, 1996

EUROPAN SEISMOLOGICAL COMISIÓ

EUROPEAN MACROSEISMIC SCALE 1998 – EMS-98- ". SUBCOMMISSION ON ENGINEERING SEISMOLOGY. WORKING GROUP MACROSEISMIC SCALES.

ED. G. GRÜNTAL; R.M.W. MUSSON; J. SCHAWARZ; M. STUCCHI.

LUXEMBURGO 1998

FAURE, JULES.

MAPA DE DIRECCIONES DE TERREMOTOS EN EUROPA.

PRESSE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIALE DES DEUX MONDS. T. XIV, P 664. 1867

FERRARI, G. ET AL, 1983

CRITERI PER LA RICERCA DI DATI SISMICI STORICI

TAI DEL CONVENGO SUL TEMA SISMICITÀ DELL'ITALIA, STATO DLLE CONOSCENZE E QUALITÀ DELL NORMATIVA.

UDNI, 12-14 MAGGIO 1891. ROMA

SOCIETÀ GEOLÓGICA ITALIANA.

FONSERE, E.

CATÁLOGO PROVISIONAL DE TERREMOTOS CATALANES OCURRIDOS EN LOS SIGLOS XVIII Y XIX.
MEMORIAS DE LA REAL AC. DE CIENCIAS Y ARTES, XIII, Nº 18
BARCELONA 1917

FONSERE, E.

LA SISMICITAT DE CATALUNYA
COCIETAT CATALANA DE GEOGRAFIA.
BARCELONA, 1954

FONSERE, E.; IGLESIES, J.

RECOPILACIÓ DE DATES SÍSMIQUES DE LES TERRES CATALANES ENTRE 1100 I 1906
FUNDACIÓN SALVADOR VICES CASAJUANA
BARCELONA, 1971

FRANKEL, A., 1994

IMPLICATIONS OF FELT AREA-MAGNITUDE RELATIONS FOR EARTHQUAKE SCALING AND THE AVERAGE
FREQUENCY OF PERCEPTIBLE GROUND MOTION.
BULL. SEISM. SOC. AM., 84, 462-465.

GALBIS RODRÍGUEZ, J.

CATALOGO SÍSMICO DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 5°E. Y 20°W. DE GREENWICH
Y LOS PARALELOS 45° Y 25°N
TOMO I Y II
IGCE
MADRID 1932

GENTIL GOVANTES, P.

EL RIESGO SÍSMICO EN SEVILLA
UNIVERSIDAD DE SEVILLA
SEVILLA 1989

GINER CATURLA, J.J.

SISMICIDAD Y PELIGROSIDAD SÍSMICA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA VALENCIANA. ANÁLISIS DE
INCERTIDUMBRES.
TESIS DOCTORAL
UN. GRANADA, 1995

GINER ROBLES, J.L.

ANÁLISIS NEOTECTÓNICO Y SISMOTECTÓNICO EN EL SECTOR CENTRO-ORIENTAL DE LA CUENCA DEL
TAJO.
TESIS DOCTORAL
UN. COMPLUTENSE DE MADRID, 1996

GRIMALT GELABERT, M.

APROXIMACIO A UNA GEOGRAFIA DEL RISC A MALLORCA. LES INUNDACIONS
TESIS DOCTORAL
UN. ISLAS BALEARES, 1998

GRÜNTAL, G.

EUROPEAN MACROSEISMIC SCALE 1992 (UP-DATED MSK-SCALE)

CONSEIL DE L'EUROPE. VOL 7

CEGS

LUXEMBURG 1993

GUIDOVONI, E., 1987

TERREMOTI STORICI: RICERCA E INTREPRETAZIONE

ARRE SISMOGENETICHE E RISCHIE SISMICO IN ITALIA

CENTRE FOR SCIENTIFIC CULTURE. INTERNATIONAL SCHOOL OF SOLID EARTH GEOPHYSICS. ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA

ED. GALILEO GALILEI.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

CATÁLOGO SÍSMICO NACIONAL

MADRID 1998

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

SEISMICITY, SEISMOTECTONICS AND SEISMIC RISK OF THE IBERO-MAGHREBIAN REGION

MONOGRAFÍA NÚM. 8

IGN

MADRID 1991

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

SISMICIDAD HISTÓRICA DEL REINO DE GRANADA (1487-1531).

MONOGRAFÍA NÚM. 12

IGN

MADRID 1995

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

EL TERREMOTO DE ANDALUCÍA DEL 25 DE DICIEMBRE DE 1884

IGN

MADRID 1981

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. SECCIÓN DE SISMOLOGÍA

BOLETÍN DE SISMOS PRÓXIMOS

IGN. D

MADRID (1984...2000)

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

TERCER INFORME GENERAL. SERIE SÍSMICA DE SARRIA-BECERREÁ (LUGO)

MADRID 1995

JÁNOSI, L., 1907

MAKROSZEIZMIKUS RENGÉSEK FELDOLGOZÁSA A CANCANI-FÉLE EGYENLET ALAPJÁN, IN RÉTHLY, A., (ED.) AZ 1906 ÉVI MAGYARORSZÁGI FÖLDRENGÉSEK, A. M. KIR. ORSZ. MET. FÖLD. INT.

BUDAPEST, PP 77-82.

JAPANESE METEOROLOGICAL AGENCY, 1996

EXPLANATION TABLE OF JMA SEISMIC INTENSITY SCALE (FEBRUARY 1996)
FOUR PAGE LEAFLET.

JOSEPH VILLAGORDO, A.

LECCIONES ENTRETENIDAS Y CURIOSAS, PHYSICO-ASTROLOGICO-METHEROLÓGICAS SOBRE GENERACIÓN, CAUSAS Y SEÑALES DE LOS TERREMOTOS Y ESPECIALMENTE DE LAS CAUSAS, SEÑALES, Y VARIOS EFECTOS DEL SUCEDIDO EN ESPAÑA EN EL DIA PRIMERO DE NOVIEMBRE DEL AÑO PASADO DE 1755

CICCP

MADRID 1992

KÓVESLIGETHY, R., 1906

A MAKROSZEIZMIKUS RENGÉSEK FELDOLGOZÁSA, MATH. ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESÍTŐ, VOL 24, PP 349-368.

KÓVESLIGETHY, R., 1907

SEISMISCHER STÄRKEGRAD UND INTENSITÄT DER BEBEN.
BEITR. ZUR GEOPH., VOL 8, PP. 363-366.

LEVRET, A., CUSHING, M. AND PEYRIDIEU, G., 1996

ETUDE DES CARACTÉRISTIQUES DE SÉISMES HISTORIQUE EN FRANCE
ATLAS DE 140 CARTES MACROSEISMIQUES, IPSN, FONTENAY-AUX-ROSES.

LOPEZ CASADO, 1988

SISMICIDAD HISTÓRICA. ALTERNATIVAS Y PROBLEMAS
JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE METEOROLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE TERREMOTOS.
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
MADRID, 1 A 3 DE ABRIL DE 1987., PP 89-95

LOPEZ MARINAS, J.M., 1986

LOS DATOS HISTÓRICOS EN LA DETERMINACIÓN DE LA SISMICIDAD EN UNA REGIÓN
PRIMERAS JORNADAS DE ESTUDIO DEL FENÓMENO SÍSMICO Y SU INCIDENCIA EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.
MURCIA

LOPEZ MARIÑA, J.M. ET AL., 1988

METODOLOGÍA EMPLEADA Y EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS EN EL ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD HISTÓRICA ESPAÑOLA
JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE METEOROLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE TERREMOTOS. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
MADRID, 1 A 3 DE ABRIL DE 1987., PP 57-57

MARQUIS, J. ET AL

INVESTIGATING EARTHQUAKES THROUGH REGIONAL SEISMICITY
SCEC, 1999

MARTÍN MARTÍN, A.J.

RIESGO SÍSMICO EN LA PENÍNSULA IBÉRICA
TESIS DOCTORAL
UN. POLITÉCNICA DE MADRID, 1982

MARTINEZ SOLARES, J.M., 1988

FORMACIÓN DEL CATÁLOGO SÍSMICO ESPAÑOL
JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE METEOROLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE TERREMOTOS.
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
MADRID, 1 A 3 DE ABRIL DE 1987., PP 113-122

MASANA CLOSA, E.

LA ACTIVIDAD NEOTECTÓNICA EN LAS CADENAS COSTERAS CATALANAS
TESIS DOCTORAL
UN. BARCELONA, 1995

McGUIRE, R.K., 1976

FORTRAN COMPUTER PROGRAM FOR SEISMIC RISK CALCULATIONS
U.S. GEOL. SUR. OPEN-FILE REP. 67-76

MEDVEDEV, S.V., 1962.

ENGINEERING SEISMOLOGY (IN RUSSIAN)
ACADEMY OF SCIENCES, INST. OF PHYSICS OF THE EARTH, PUBL.HOUSE FOR LITERATURE ON CIVIL
ENGINEERING, ARCHITECTURE AND BUILDING MATERIALS, MOSCOW.

MEZCUA J.

CATÁLOGO GENERAL DE ISOSISTAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. PUB. 202, 60 PP.
MADRID 1982

MEZCUA J., MARTÍNEZ J.M.

SISMICIDAD DEL ÁREA IBERO-MOGREBÍ
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. PUB 203, 302 PP.
MADRID 1983

MEZCUA, J Y MARTÍN, A.J., 1993

SEISMIC HAZARD IN SPAIN, IN THE PRACTICE OF EARTHQUAKE HAZARD ASSESSMENT
R.K. McGUIRE (ED), INT. ASS. SEISMOL. AND PHYS. EARTH'S INT. Y EUROPEAN SEISM. COMM., 233-226

MIGUEL MARTINEZ, F.

SISMICIDAD TEMPORAL DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y ÁREAS TECTÓNICAS ADYACENTES.
TESIS DOCTORAL. UN. GRANADA 1979

MILNE, J.

CATALOGUE OF DESTRUCTIVE EARTHQUAKES A.D. 7 TO A.D. 1899
LONDON, 1912

MOLINA PALACIOS, S.

SISMTECTÓNICA Y PELIGROSIDAD SÍSMICA DEL ÁREA DE CONTACTO ENTRE IBERIA Y AFRICA.
TESIS DOCTORAL
UN. GRANADA, 1998

MOURABIL TAOUIK

PARÁMETROS DE FUENTE DE LOS TERREMOTOS DEL MAR DE ALBORAN
TESIS DOCTORAL
UN. GRANADA, 1997

MOREIRA DE MENDOÇA; J. J

HISTORIA UNIVERSAL DOS TERREMOTOS
1758

MOREIRA, V.J. DE SOUSA

SISMICIDADE HISTORIA DE PORTUGAL CONTINENTAL
REV. DO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA
LISBOA, MARZO 1984

MUNUERA, J.M.

SEISMIC DATA. (DATOS BÁSICOS PARA UN ESTUDIO DE SISMICIDAD EN EL ÁREA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA)
MEMORIA DEL I.G.C.E. MADRID 1963.

MUNUERA, J.M.

LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN LA REGIÓN DE LA PENÍNSULA IBÉRICA HASTA FINALES DE 1960.
REV. GEOFÍSICA. AÑO XXIV N° 95. JUL-SEP 1965, P 273.

MUÑIZ GOMEZ, S. 2001

REVISIÓN DEL CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO
II CONGRESO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA SÍSMICA
MADRID OCTUBRE 2001 (EN PRENSA)

MUÑOZ SOBRINO, D.

ESTUDIO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL SUR Y SURESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA
TESIS DOCTORAL
UN. COMPLUTENSE MADRID. 1982

MUÑOZ Y UDIAS.

DESARROLLO HISTÓRICO DE LOS CATÁLOGOS SÍSMICOS DE ESPAÑA.
RGeo, 1982.

MUÑOZ Y UDIAS., 1988

EVALUACIÓN DE INTENSIDADES SÍSMICAS A PARTIR DE DATOS HISTÓRICOS
JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE METEOROLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE TERREMOTOS.
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
MADRID, 1 A 3 DE ABRIL DE 1987., PP 207-220

MUÑOZ, D Y UDIAS, A.

HISTORICAL DEVELOPMENT OF SPAIN'S CATALOGS OF EARTHQUAKES
MADRID 1982.

MUÑOZ, D Y UDIAS, A.

ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS Y SERIE DE RÉPLICAS DEL TERREMOTO DE ANDALUCÍA DEL 25 DE DICIEMBRE DE 1884 Y DE LA SISMICIDAD DE LA REGIÓN GRANADA-MADRID
EL TERREMOTO DE ANDALUCÍA DEL 25 DE DICIEMBRE DE 1884
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
MADRID 1981

NAVARRO-NEUMANN; M. M. S.

LISTA DE LOS TERREMOTOS MÁS NOTABLES SENTIDOS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA.

OLIVEIRA, C. SOUSA

A SISMICIDADES HISTÓRICA E A REVISÃO DO CATÁLOGO SÍSMICO
LABORATORIO NACIONAL DE ENGEHERIA CIVIL
LISBOA, 1986

OLIVEIRA, C. SOUSA, 1988

SOME QUANTITATIVE MEASUREMENTS FOR CALIBRATING HISTORICAL SEISMICITY
JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE METOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE TERREMOTOS.
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
MADRID, 1 A 3 DE ABRIL DE 1987., PP 37-43

ORDAZ SCHROEDER, M. E.

TERREMOTOS MEDIEVALES. PRESUPUESTOS MENTALES Y REALIDAD SOCIAL PARA EL ESTUDIO DE LA SISMICIDAD HISTÓRICA COMPARADA.
TESIS DOCTORAL
UN. GRANADA, 1996

PERREY, A.

NOTE SUR LES TREMBLEMENTS DE TERRE EN 1853, AVEC SUPPLEMENTS
MEM. DE L' AC. DE DIJON, 1854

PERREY, A.

NOTE SUR LES TREMBLEMENTS DE TERRE EN 1857
MEM. COUR. ET AUTRES MEM. PUB. PAR L' AR. ROY. DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS.
BRUXELLES, 1860

POSADAS, A. M. ET ALT

EL ESTUDIO DE LOS TERREMOTOS EN ALMERÍA
INSTITUTO DE ESTUDIOS ALMERIENSE
DIPUTACIÓN DE ALMERIA, 1994

REY PASTOR

CARTA DE SISMICIDAD DEL GLOBO PARA EL PERÍODO 1899-1930.
TOLEDO 1935

REY PASTOR, 1944

LA COMARCA SÍSMICA DEL BAJO SEGURA
REV. DE GEOFÍSICA III, Nº 9; ENERO-MARZO. MADRID

RICHTER, C. F., 1958

ELEMENTARY SEISMOLOGY, W. H. FREEMAN
SAN FRANCISCO, PP. 135-149.

RODRIGO GESTOSO, P.

ESTUDIO DE RIESGOS NATURALES EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS
TESIS DOCTORAL
UN. OVIEDO, 1986

RODRÍGUEZ DE LA TORRE F.

LOS TERREMOTOS ALICANTINOS DE 1829
INSTITUTO DE ESTUDIOS ALICANTINOS
EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALICANTE, 1984

RODRÍGUEZ DE LA TORRE F.

SISMOLOGÍA Y SISMICIDAD EN LA PENÍNSULA IBÉRICA DURANTE EL SIGLO XIX
TESIS DOCTORAL. UNIVERSIDAD DE BARCELONA, 2651 PP (1990)

RODRÍGUEZ DE LA TORRE F., 1988

ACTUALIZACIÓN DEL CATÁLOGO SÍSMICO. AÑOS 1801-1850
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. (1993)

RODRÍGUEZ DE LA TORRE F.

ALGUNAS CONSIDERACIONES EN TORNO A LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE LA SISMICIDAD IBÉRICA
JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE METEOROLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE TERREMOTOS.
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
MADRID, 1 A 3 DE ABRIL DE 1987., PP 361-368

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1989

MANAGEMENT AND INTERPRETATION OF HEMEROGRAPHICAL SOURCES CONCERNING RESEARCH
ABOUT HISTORICAL IBERIAN SEISMICITY
WORKSHOP ON HISTORICAL EARTHQUAKES IN THE IBERO-MAGHREBIAN REGION-METHODOLOGICAL
APPROACH AND CASE STUDIES.
LISBOA, 1989

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO

EL TERREMOTO DE CAUDETE DEL 14 DE AGOSTO DE 1991
INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES
ALBACETE 1992

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1989

LOS COMIENZOS DE LA SISMOGRAFÍA INSTRUMENTAL EN ESPAÑA

SYMPOSIUM ON THE SEISMICITY, SEISMOTECTONICS AND SEISMIC RISK OF THE IBERO-MAGHREBIAN REGION. APRIL, 12-13, 1989, P 32.

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1992

IBERIAN SEISMIC CATALOGUE, 1851-1900. A REVISIÓN

XXII GENERAL ASSEMBLY. EUROPEAN SEISMOLOGICAL COMMISSION

BARCELONA, 17-22 SEPTEMBER 1990. PROCEEDING I

BARCELONA 1992, PP. 317-322

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1993

LECTURAS SISTEMÁTICAS DE PRENSA PERIÓDICA. HACIA UNA REVISIÓN DE LA SISMICIDAD EUROPEA DURANTE LOS SIGLOS XVII Y XVIII.

IN. STUCCHI, M (editor)

HISTORICAL INVESTIGATION OF EUROPEAN EARTHQUAKES, VOL 1.

MILANO 1993. PP 247-258

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1993

RESEARCH OF HISTORICAL SEISMICITY. METHODOLOGY AND PROBLEMS

XIXth INTERNATIONAL CONGRESS OF HISTORY OF SCIENCE, 22-29 AUGUST 1993, ZARAGOZA. G3-G4, Nº 2.

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1995

REVISIÓN DEL CATÁLOGO SÍSMICO IBÉRICO (1801-1850). RESULTADOS. METODOLOGÍA

COMUNICACIÓN VIII ASAMBLEA NACIONAL DE GEODESIA Y GEOFÍSICA. MADRID 29 DE MAYO-1 DE JUNIO DE 1995; P 166

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, FERNANDO, 1996

HISTORICAL TEXTS INTERPRETATION VERSUS ASSIGNATION OF SEISMIC INTENSITIES

XXV GENERAL ASSEMBLY SEPTEMBER 9-14 1996 REYKJAVIK, ICELAND, P 138.

RUEDA NUÑEZ, J.; MEZCUA RODRÍGUEZ, J.

SISMICIDAD, SISMOTECTÓNICA Y PELIGROSIDAD SÍSMICA EN GALICIA

PUBLICACION TÉCNICA NÚM. 35

IGN

MADRID 2001

SECANELL GALLART, R.

AVALUACIÓ DE LA PERILLOSIAT SÍSMICA A CATALUNYA: ANÀLISI DE SENSIBILITAT PER A DIFERENTS MODELS OCURRENCIA I PARAMETRES SÍSMICS.

TESIS DOCTORAL

UN. BARCELONA, 1998

SIEBERG, A. DIE

ERDBEBENTÄTIGKEIT DER IBERISCHEN HALBINSEL. ERDBEBENGEOGRAPHIE.
1932. FIG 415, P. 738

SUREUROPEAN SEISMOLOGICAL COMMISSION. SOFIA, 23RD-28TH AUGUST

CALIBRATION OF HISTORICAL EARTHQUAKES IN EUROPE AND RECENT DEVELOPMENTS IN INTENSITY INTERPRETATION.

CURSOS Y SEMINARIOS 3

IGN

MADRID 1989

TRUFÚNAC, M.D. AND BRADY, A.G., 1975

ON THE CORRELATION OF SEISMIC INTENSITY SCALES WITH THE PEAKS OF RECORDED STRONG MOTION.

BULL. SEISM. SOC. AM., VOL 77, PP 490-513.

VIVES MASJOAN, V.M.

PARÁMETROS SÍSMICOS DE INTERÉS INGENIERIL EN EL NORESTE Y LEVANTE DE LA PENÍNSUL IBÉRICA. APLICACIÓN A LA ZONA DE ASCO.

TESIS DOCTORAL

UN. POLITÉCNICA DE CATALUÑA, 1989

WHITMAN, R.V; CORNELL, C.A.

SEISMIC RISK AND ENGINEERING DECISIONS

ED. LOMMITZ-ROSENBLUETH (ELSEVIER)

AMSTERDAM, 1976, PP 339-360

YÉPEZ MOYA, F. ET AL.

SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE DAÑO PARA ESTUDIOS DE RIESGO SÍSMICO

MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA.

ED. A. H. BARBAT

CIMMNE IS-14, 1996

SISMOLOGÍA

AKI, K, 1965

MAXIMUM LIKE HOOD ESTIMATE OF B IN THE FORMULA $\log N = a + b M$ AND ITS CONFIDENCE LIMITS.

BULL. EARTH. RESEARCH INST., 43, 237-239.

ALLER, J. ET AL, 1994

A 2.5D INTERPRETATION OF THE EASTERN GALICIA MAGNETIC ANOMALY (NORTHWESTERN SPAIN):

GEODYNAMICAL IMPLICATIONS

TECTONOPHYSICS, 237, 201-213.

BENITO OTERINO, M. B.

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS Y ESPECTROS ESPECÍFICOS DE RESPUESTA
CARACTERÍSTICOS DEL MOVIMIENTO DEL SUELO EN EMPLAZAMIENTOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA.
TESIS DOCTORAL
UN. COMPLUTENSE DE MADRID, 1993

BOLT, BRUCE A.

EARTHQUAKES (NEWLY REVISED AND EXPANDED)
W.H. FREEMAN
NEW YORK 1993

BOLT, BRUCE A.

EARTHQUAKES (REVISED AND UPDATED)
W.H. FREEMAN
NEW YORK 1998

CAMPBELL, K. W., 1997

EMPIRICAL NEAR-SOURCE ATTENUATION RELATIONSHIPS FOR HORIZONTAL AND VERTICAL
COMPONENTS OF PEAK GROUND ACCELERATION, PEAK GROUND VELOCITY, AND PSEUDO-ABSOLUTE
ACCELERATION RESPONSE SPECTRA.
SEISMOLOGICAL RESEARCH LETTERS, 68, 154-179

CAPOTE, R., ET AL

EL MARCO TECTÓNICO DE LA SISMICIDAD EN EL ÁREA DE SARRIÁ-TRIACASTELA-BECERREÁ
(PROVINCIA DE LUGO).
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA-INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 1999

COMISIÓN PERMANENTE DE NORMAS SISMORRESISTENTES. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

NORMA SISMORRESISTENTE P.D.S.-1 (1974)
MADRID 1977

DEWEY, J.; BYERLY, P.

THE EARLY HISTORY OF SEISMOLOGY (TO 1900)
USGS, 1969

DOYLE, H.

SEISMOLOGY
J. WILEY & SONS
NEW YORK 1995

FERNANDEZ BETHENCOURT, A.

ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE CALIDAD EN ZONAS ESPAÑOLAS SISMICAMENTE ACTIVAS A PARTIR DE
ONDAS DE CODA
TESIS DOCTORAL
UN. COMPLUTENSE DE MADRID, 1990

FIGUERAS VILA, S.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL MOVIMIENTO DEL SUELO PRODUCIDO POR TERREMOTOS. APLICACIÓN A MOVIMIENTOS DÉBILES Y FUERTES.

TESIS DOCTORAL

UN. POLITÉCNICA DE CATALUÑA, 1993

GONZALO PAYO

INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE SISMOGRAMAS. MONOGRAFÍA NÚM 3.

IGN

MADRID 1986

GUTENBERG, B.; RICHTER, C.F., 1956

EARTHQUAKE MAGNITUDE, INTENSITY, ENERGY AND ACCELERATION

BULLETIN OF THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 46, 105-145

HANKS, T.C.; KANAMORI, H, 1979

A MOMENT MAGNITUDE SCALE

JOU. GEOPHY. RES., 84, 23480-23500

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

LAS ONDAS DE CODA COMO ESTIMADORES DE LA ATENUACIÓN SÍSMICA EN LA LITOSFERA.

MONOGRAFÍA NÚM. 13

IGN

MADRID 1977

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

MICROZONACIÓN SÍSMICA BASADA EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

ZONA DE ESTUDIO CIUDAD DE GRANADA Y SU ENTORNO

PUBLICACIÓN TÉCNICA NÚM 28.

MÓDULO 1. LICUEFACCIÓN

IGN

MADRID 1994

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

BOLETÍN INFORMATIVO DE LA COMISIÓN PERMANENTE DE NORMAS SISMORRESISTENTES

IGN

MADRID 1979

JOHNSTON, A, 1994

MOMENT MAGNITUDE ASSESMENT OF STABLE CONTINENTAL EARTHQUAKES. PART 2: HISTORICAL SEISMICITY

GEOPHYS. J. INT. VOL 125, 639-678

JULIVERT, M ET AL

MAPA TECTÓNICO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES, E: 1:1.000.000

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

KOUS, J.; TILLING, R. I.

THIS DYNAMIC EARTH: THE STORY OF PLATE TECTONICS
ONLINE EDITION
USGS, 1996

LAGORIO, H. L.

EARTHQUAKES. AN ARCHITECT'S GUIDE TO NONSTRUCTURAL SEISMIC HAZARDS
J. WILEY & SONS
NEW YORK 1990

LAY, T.; WALLACE, T. C.

MODERN GLOBAL SEISMOLOGY
ACADEMIC PRESS
CALIFORNIA 1995

MEDVEDEV, S.V.; SPONHEUER, W., 1969

SCALE OF SEISMIC INTENSITY
PROCEEDINGS OF THE FOURTH WORLD CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING
SANTIAGO DE CHILE, 1, A-2, 143-153

MINISTERIO DE FOMENTO. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

PROBLEMAS DE LOCALIZACIÓN DE TERREMOTOS. PUBLICACIÓN TÉCNICA NÚM. 31
FOMENTO
MADRID 1997

MINISTERIO DE FOMENTO. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE. PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN (NCSE-2001)
PROPUESTA JULIO 2001
MADRID 2001

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE

NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE. PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN (NCSE-94)
CSCAE
MADRID 95

MOPT. DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

ANÁLISIS SISMOTECTÓNICO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA, BALEARES Y CANARIAS. PUBLICACIÓN TÉCNICA
NÚM. 26
MOPT
MADRID 1992

MURCK, B. W. ET ALT

DANGEROUS EARTH. AN INTRODUCTION TO GEOLOGIC HAZARDS
J. WILEY & SONS, INC
NEW YORK 1997

OLIVER, J.

SHOCKS AND ROCKS. SEISMOLOGY IN THE PLATE TECTONICS REVOLUTION
AMERICAN GEOPHYSICAL UNION
WASHINGTON 1996

PONCE DE MOLINA, P.

UNIDAD DIDÁCTICA. TERREMOTOS
ED. AYUNTAMIENTO DE ELEGIDO, 1996

RICHTER, C.F.

ELEMENTARY SEISMOLOGY
FREEMAN
SAN FRANCISCO 1958

SELLER, E. A.; PINTER, N.

ACTIVE TECTONICS
PRENTICE HALL
NEW JERSEY 1996

TORCAL MEDINA, F.

SIMULACIÓN PROBABILISTA, ENERGÉTICA Y TEMPORAL DE SERIES SÍSMICAS
TESIS DOCTORAL
UN. GRANADA, 1998

VAN ROSE, S.

LOS TERREMOTOS
ED. AKAL
MADRID 1983

VIDAL SÁNCHEZ, F.

SISMOTECTÓNICA DE LA REGIÓN BÉTICAS-MAR DE ALBORAN.
TESIS DOCTORAL
UN. GRANADA, 1986

WALKER, J.

DESASTRES NATURALES: TERREMOTOS
ED. AGLO EDICIONES, 1995

WEGENER

EL ORIGEN DE LOS CONTINENTES Y OCÉANOS
ED. PIRÁMIDE
MADRID 1983

WORLD DATA CENTER

MANUAL OF SEISMOLOGICAL OBSERVATORY PRACTICE
WORLD DATA CENTER
WASHINGTON 1979

ZIENKIEWICZ, O. C. ET AL

COMPUTATIONAL GEOMECHANICS. WITH SPECIAL REFERENCE TO EARTH QUAKE ENGINEERING
J WILEY & SONS
NEW YORK 1999

GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. 1:50,000 (MAPAS CORRESPONDIENTES A GALICIA)
IGME
MADRID 1984

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. . 1:200,000. (MAPAS CORRESPONDIENTES A GALICIA)
IGME
MADRID 1984

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL CAMINO DE SANTIAGO.
ITGE 1999.

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

SÍNTESIS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR EL I.G.M.E. AGRUPADOS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS. GALICIA
IGME 1987.

KENYON, N. H. ET AL

GEOLOGICAL PROCESSES ON THE NORTHEAST ATLANTIC MARGIN
INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION. THECHNICAL SERIES 54
UNESCO, 1999

PARGA PONDAL, I ET AL.

MAPA XEOLÓGICO DO MACIZO HESPÉRICO E 1:500.000.
SEMINARIO DE ESTUDOS GALEGOS.
EDICCTIONS DO CASTRO 1982

PÉREZ ALBERTI; A.

XEOGRAFÍA DE GALICIA. TOMO 1. O MEDIO
ED. SALVORA
A CORUÑA 1982

RIOS, JM ET AL

GEOLOGIA DE ESPAÑA. TOMO II
IGME
MADRID 1983

RIVEIRO, A. ET AL, 1996

STRESS PATTERN IN PORTUGAL MAINLAND AND THE ADJACENT ATLANTIC REGION, WEST IBERIA
TECTONICS, 15, 2, 641-659

SANTANACH, P

LAS CUENCAS Terciarias Gallegas en la terminación occidental de los relieves
pirenaicos
CUADERNOS LAB. XEOL., 19, 57-71, Laxe, A Coruña, 1994

SHI, Y.L.; BOLT, B.A., 1982

THE STANDARD ERROR OF THE MAGNITUDE-FREQUENCY b VALUE
BULL. SEISM. SOC. OF AM., 1982, Nº 72. PP 1677-1687

UDÍAS, A.; MEZCUA, J.

FUNDAMENTOS EN GEOFÍSICA
ALIANZA
MADRID 1997

VEGAS, R; CORDOBA, D, 1988

SOBRE LA EXISTENCIA DE DOS CUÑAS DE CORTEZA EN GALICIA ORIENTAL SEGÚN RESULTADOS DE
SÍSMICA PROFUNDA. IMPLICACIONES GEODINÁMICAS
GEOGACETA, 5, 16-19

VIDAL ROMANÍ, J.R.

GEOMORFOLOGÍA DE GALICIA,
GEOGRAFÍA GENERAL DEL REINO DE GALICIA. TOMO XVII

OTROS

ATLAS DE GALICIA
ED. SALVORA

ATLAS EL PAIS/AGUILAR.
MADRID 1988

EL GRAN LIBRO DE CONSULTA.
EL PAIS/ALTEA. MADRID 1995

ENCICLOPEDIA GALLEGA
FERNÁNDEZ PULPEIRO, JUAN CARLOS
APUNTES PARA LA HISTORIA DE LA PRENSA DEL SIGLO XIX EN GALICIA.
SERIE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA
EDICIÓS DO CASTRO
A CORUÑA 1981

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, XUNTA DE GALICIA
GALICIA. MAPA AUTONÓMICO
IGN
MADRID 1984

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, XUNTA DE GALICIA
GALICIA. TOPONIMIA
IGN
MADRID 1984

LLORCA FREIRE, G.
HISTORIA DA PRENSA FERROLÁ
EDICIÓS DO CASTRO
A CORUÑA

MICROSOFT
ENCICLOPEDIA ENCARTA 200

SANTOS GAYOSO, E.
HISTORIA DE LA PRENSA GALLEGA. 1800-1986. CUADERNOS DO SEMINARIO DE SARGADELOS 52
EDICIÓS DO CASTRO
A CORUÑA 1990

SITIOS WEB

Esta lista se puede encontrar actualizada en <http://seismo.ethz.ch/seismosurf/seismobig.html> , se han traducido únicamente las cabeceras, prefiriendo dejar en el idioma original el resto de la información.

Información global, investigación y servicios especiales

Council of the National Seismic System (CNSS):

<http://www.cnss.org/>

CNSS authoritative composite catalog:

<http://quake.geo.berkeley.edu/cnss>

The Consortium of Organizations for Strong-Motion Observation Systems (COSMOS)

<http://www.cosmos-eq.org/> /DD>

Customized phase arrival-time calculator (by: USGS and University of Alaska)

<http://www.giseis.alaska.edu/Input/lahr/artim.html>

CTBT Prototype International Data Centre

<http://www.pidc.org/>

Geotechnical Engineering Web Resources

<http://www.uiuc.edu/ph/www/smadi>

International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI):

<http://www.iaspei.org/>

International Seismological Centre, United Kingdom:

<http://www.isc.ac.uk/>

IRIS Headquarters: <http://www.iris.edu/>

[Data Management Center](#), - [Global Seismograph Network](#), - [IRIS PASSCAL Center](#), - [Education and Outreach](#).

- IRIS DMC (world-wide): finger_spyder@dmc.iris.washington.edu
- IRIS DMC (world-wide): [ftp dmc.iris.washington.edu:pub](ftp:dmc.iris.washington.edu:pub) catalogs, docs, programs, station info, wave-forms
- IRIS DMC (IRIS data bases world wide) <mailto:autodrm@dmc.iris.washington.edu>
- IRIS-DMC: [telnet dmc.iris.washington.edu](telnet:dmc.iris.washington.edu) (login: 'bulletin' password: 'board') general info, station info, catalogs, Spyder wave-forms.....

Multidisciplinary Center For Earthquake Engineering Research (MCEER):

<http://mceer.buffalo.edu/>

- MCEER - gopher: [gopher nceer.eng.buffalo.edu](gopher:nceer.eng.buffalo.edu)
- MCEER - FTP: [ftp clark.eng.buffalo.edu](ftp:clark.eng.buffalo.edu)

NOAA - National Geophysical Data Center - Earthquake Data

<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/earthqk.html>

USGS - National Strong Motion Program:

<http://nsmp.wr.usgs.gov/>

USGS National Earthquake Information Center (NEIC):

<http://neic.usgs.gov/>

US National Seismic Net: http://neic.usgs.gov/neis/usnsn/usnsn_home.html

Earthquake Hazards Program: <http://earthquake.usgs.gov/>

- USGS-NEIC (world-wide): fingerquake@gldfs.cr.usgs.gov
- USGS NEIC <ftp:gldfs.cr.usgs.gov> Information, waveform data from AutoDRM requests
- USGS-NEIC (world-wide from USNSN): autodrm@gldfs.cr.usgs.gov - catalogs, station info, calibration info, wave-forms
- USGS-NEIC: [telnet neis.cr.usgs.gov](telnet:neis.cr.usgs.gov) (login: 'qed') catalogs through searches

Swiss Seismological Service list of world-wide AutoDRM sites (originator of the AutoDRM):

<http://seismo.ethz.ch/waves4u>

UCSD IDA/IRIS:

<http://quakeinfo.ucsd.edu/idaweb>

SURFING THE INTERNET FOR STRONG MOTION DATA (provided by Dave Wald):

<http://pasadena.wr.usgs.gov/smdata.html>

Reference list to seismology software available on the Internet (provided by ORFEUS):

<http://orfeus.knmi.nl/other.services/network.shtml>

Instituciones de California

U.C. Berkeley Seismograph Station:

<http://www.seismo.berkeley.edu/seismo/Homepage.html>

Bay Area Government Online (ABAG) earthquake information:

<http://www.abag.ca.gov/bayarea/eqmaps/eqmaps.html>

California Division of Mines and Geology, includes SMIP data

<http://www.consrv.ca.gov/dmg>

Caltech Seismology Lab::

<http://www.gps.caltech.edu/seismo/seismo.page.html>

Earthquake Engineering Research Center, UC Berkeley:

<http://www.eerc.berkeley.edu/>

EQE International (Engineering information):

<http://www.eqe.com/publications/index.html>

Geotechnical Earthquake Engineering Server at USC:

<http://rccg01.usc.edu/>

Earthquake Engineering at USC:

http://www.usc.edu/dept/civil_eng/Earthquake_eng

Humboldt State University, Geology:

http://sorrel.humboldt.edu/~geodept/earthquakes/eqk_info.html

Lawrence Livermore National Laboratory - Geologic Hazards Projects

<http://www-ep.es.llnl.gov/www-ep/ghp.html>

Northern Calif. Earthquake Data Center (UC Berkeley):

<http://quake.geo.berkeley.edu/>

- Northern California Earthquake Data Center (NCEDC): fingerquake@quake.geo.berkeley.edu
 - UC Berkeley (northern Calif): [ftp perry.berkeley.edu:pub/catalogs](ftp:perry.berkeley.edu:pub/catalogs) recent and historical catalogs
 - Berkeley Data Center: [telnet brkseis20.berkeley.edu](telnet:brkseis20.berkeley.edu) login: bulletin password: board (fill in form and account will be e-mailed to you)
-

Public Seismic Network (San Francisco area):

<http://psn.quake.net/>

Southern California Earthquake Center - Main Page

<http://www.scec.org/>

Southern California Earthquake Data Center@Caltech (SCEC):

<http://www.scecdc.scec.org/>

U.C. Santa Barbara Institute for Crustal Studies:

<http://www.crustal.ucsb.edu/>

Univ. of Southern California, Geophysics Program:

<http://www.usc.edu/dept/earth/research/geophysics.html>

- Southern California latest catalog: fingerquake@scec.gps.caltech.edu
- Southern California data: <ftp://scec.gps.caltech.edu:pub> earthquake catalogs, weekly reports, selected maps
- SCEC special login: [telnet scec.gps.caltech.edu](telnet:scec.gps.caltech.edu), login: bulletin (choose the "a" option from the menu, fill in form and account will be e-mailed to you). Accounts are restricted to users interested in phase arrival and waveform data.

Southern California Earthquake Center@UCLA (SCEC):

<http://scec.ess.ucla.edu/>

Stanford University:

<http://pangea.stanford.edu/~beroza/seismo.html>

UCSD ANZA and other network:

<http://www-ida.ucsd.edu/ANZA/home.html>

USGS Menlo Park (northern Calif):

<http://quake.wr.usgs.gov/>

- USGS-Menlo Park (northern Calif.): fingerquake@quake.wr.usgs.gov
- USGS-General Earthquake Observation System (GEOS) WEB page: <http://nsmp.wr.usgs.gov/GEOS/geos.html>
- *E-mail* USGS-Menlo Park (northern Calif): quake@andreas.wr.usgs.gov - Uses special format to get catalogs only

USGS, Pasadena Field Office:

<http://pasadena.wr.usgs.gov/>

Instituciones en Alaska y en el Pacífico Noroeste.

Univ. of Alaska, Geophysical Institute:

<http://www.giseis.alaska.edu/Seis/>

- Univ. of Alaska (Alaska): fingerquake@giseis.alaska.edu

Oregon State University:

<http://quakes.oce.orst.edu/Geophysics.html>

University of Oregon -

<http://darkwing.uoregon.edu/~dogsci/groups.html>

Univ. of Washington, Geophysics:

<http://www.geophys.washington.edu/SEIS/>

- Univ. of Washington (Wash. Oregon): fingerquake@geophys.washington.edu
-

- Univ. of Washington (wash., Oregon): ftp://ftp.geophys.washington.edu/pub/seis_net catalogs, station info, maps (PS, GIF)

West Coast & Alaska Tsunami Warning Center:

<http://wcatwc.gov/>

Instituciones en el interior de Estados Unidos

Albuquerque Seismology Lab (USGS):

<http://aslwww.cr.usgs.gov/>

- Albuquerque Seismology Lab (USGS): <ftp://aslftp.cr.usgs.gov> ASL information

Univ. of Arizona (SASO):

<http://www.geo.arizona.edu/saso>

Boise State University, ID:

<http://hades.idbsu.edu/>

- finger_quake@sisyphus.idbsu.edu
- <ftp://sisyphus.idbsu.edu> (FTP data files)

Univ. of Colorado - Dept. of Physics (Geophysics Group):

<http://tagg.colorado.edu/geophysics.html>

Los Alamos Seismic Research Center, LANL, New Mexico

<http://www.lasrc.lanl.gov/>

Montana Bureau of Mines Network - Catalog, *Finger*:

<http://mbmgsun.mtech.edu/quakesm.htm>

- finger_quake@mbmgsun.mtech.edu

New Mexico Tech - Geophysics Program:

<http://www.ees.nmt.edu/Geop>

Univ. of Nevada Reno:

<http://www.seismo.unr.edu/>

- Univ. of Nevada (Nevada): finger_quake@seismo.unr.edu

US Bureau of Reclamation (WY, CO):

<http://www.seismo.usbr.gov/seismo/eqinfo.html>

- US Bureau of Reclamation (Wyoming & western Colorado): finger_quake@info.seismo.usbr.gov

Univ. of Utah (UUS):

<http://www.quake.utah.edu/>

- Univ. of Utah (Utah): finger_quake@eqinfo.seis.utah.edu
- U. of Utah Seismograph Lab ftp://ftp.seis.utah.edu/pub/DATA_REQUESTS Catalogs and other information.

Wyoming State Geological Survey - Geologic Hazards Section-

<http://www.wrds.uwyo.edu/wrds/wsgs/hazards/quakes/quake.html>

Instituciones en el Este de Estados Unidos

Harvard University Seismology:

<http://www.seismology.harvard.edu/>

- Harvard University [ftp saf.harvard.edu](ftp://saf.harvard.edu) CMT catalogs, other data

Indiana State Univ. "IndiSeis":

<http://www.indstate.edu/gga/recent/index.html>

IRIS Headquarters:

<http://www.iris.edu/>

LCSN at LDEO Columbia U.:

<http://www.ldeo.columbia.edu/LCSN>

- Lamont Cooperative Seismic Network: finger_quake@ldeo.columbia.edu
- LDEO/NCEER: [ftp ldeo.columbia.edu](ftp://ldeo.columbia.edu) manuals, programs, strong motion waveforms
- NCEER/LDEO Strong Motion Net: [telnet duke.ldeo.columbia.edu](telnet://duke.ldeo.columbia.edu) (login: 'strongmo' passwd: 'nceer') strong motion data, programs, manuals

University of Memphis - Center for Earthquake Research and Information (CERI):

<http://www.ceri.memphis.edu/>

- CERI recent catalog: finger_quake@elrond.ceri.memphis.edu

Univ. of Michigan, "MichSeis":

<http://www.geo.lsa.umich.edu/MichSeis>

MIT Earth Resources Lab:

<http://www-erl.mit.edu/>

OhioSeis, Ohio Seismic Network--Ohio Geological Survey

<http://www.dnr.state.oh.us/OhioSeis>

OhioSeis, College of Wooster, Ohio:

<http://www.wooster.edu/news/seismic/seismic.html>

Oklahoma Geological Survey:

<http://www.okgeosurvey1.gov/>

Saint Louis University:

http://www.eas.slu.edu/Earthquake_Center

- St. Louis Univ. (central US): finger_quake@quake.eas.slu.edu

Princeton University:

<http://geoweb.princeton.edu/>

Puerto Rico Seismic Network, University of Puerto Rico:

<http://rmsismo.upr.clu.edu/>

Purdue University - Geophysics Department

<http://www.geo.purdue.edu/>

Univ. of South Carolina, "SCEPP":

<http://www.seis.sc.edu/>

University of Tennessee (Eastern Tennessee Seismic Network):

<http://tanasi.gg.utk.edu/>

University of Texas, Institute for Geophysics - Earthquake Studies:

<http://wadari.ig.utexas.edu:8000/>

□ Virginia Tech Geological Sciences:

<http://www.geol.vt.edu/outreach/vtso/>

- Virginia Tech VTSO (Southern Appalachia): fingerquake@vtso.geol.vt.edu
- Virginia Tech (VTSO) <ftp://vtso.geol.vt.edu> Bulletins, wave-forms, and other info

Washington University, Saint Louis, MO (Seismology):

<http://levee.wustl.edu/seismology/seis.html>

Weston Observatory of Boston College:

http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/wesobs

- Weston Observatory - New England Seismic Network catalog: fingerquake@seismoeagle.bc.edu
-

Instituciones en el Hemisferio Oeste (fuera de Estados Unidos)

Canada

Canadian National Earthquake Hazards Program:

<http://www.seismo.nrcan.gc.ca/>

- Canadian National Seismograph Network: finger-lquake@seismo.nrcan.gc.ca
- Canadian Nation Net CNSNDC <ftp://seismo.nrcan.gc.ca> Information, waveform data from AutoDRM requests
- Canadian National Seismological Data Centre: autodrm@seismo.nrcan.gc.ca - wave-forms, station info, catalogs

Cegep de Jonquiere, Quebec, Canada:

<http://college.cjonquiere.qc.ca/sismo>

Lithoprobe Seismic Processing Facility, Canada:

<http://www.litho.ucalgary.ca/>

Pacific Geoscience Centre - Western Canadian National Earthquake Hazards Program:

<http://www.pgc.nrcan.gc.ca/seismo/table.htm>

Université du Québec à Chicoutimi, TECHMAT station

<http://sismo.uqac.quebec.ca/>

Southern Ontario Seismic Network (SOSN):

<http://www.gp.uwo.ca/>

Simon Fraser University, BC Canada - Custom earthquake map:

<http://hoshi.cic.sfu.ca/quake.html>

Caribbean

Seismic Research Unit - Trinidad West Indies

<http://www.uwiseismic.com/>

Chile

Servicio Sismologico Nacional - Universidad de Chile:

<http://ssn.dgf.uchile.cl/>

Colombia

OSSO - Observatorio Sismologico del Sur Occidente, Cali, Colombia

<http://osso.univalle.edu.co/>

Costa Rica

Observatorio Vulcanologico y Sismologico de Costa Rica. OVSICORI-UNA:

<http://www.una.ac.cr/ovsi>

Laboratorio de Ingenieria Sismica, Universidad de Costa Rica

<http://www2.fing.ucr.ac.cr/~lis/home.htm>

El Salvador

Departamento de Investigaciones Sismologias, San Salvador:

<http://www.geotecnico.com/Sismologia/1deptsis.htm>

Honduras

University of Honduras - Geophysics:

<http://www.geofys.uu.se/~dca/geophysics.html>

Mexico

Instituto de Geofísica, UNAM:

<http://tlacaelel.igeofcu.unam.mx/>

Servicio sismológico Nacional - Mexico

<http://www.ssn.unam.mx/>

Nicaragua

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales - Dirección de Geofísica:

<http://www.ineter.gob.ni/geofisica/home-geofis.html>

Panama

Instituto de Geociencias de la Universidad de Panama:

<http://www.igc.up.ac.pa/>

Peru

Instituto Geofísico del Peru:

<http://www.igp.gob.pe/>

- Insittuto Geofísico del Peru [finger sismos](#)

Venezuela

Laboratorio de Geofísica, Universidad de Los Andes, Venezuela

<http://lgula.ciens.ula.ve/>

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis), Venezuela

<http://www.funvisis.org.ve/>

Regional Centers

Regional Center for Seismology for South America (CERESIS):

<http://www.dgf.uchile.cl/ceresis.html>

Centro Sismológico de América Central (CASC):

<http://www.cepredenac.org/cnc/casc>

Middle America Seismograph Consortium (MIDAS):

<http://midas.upr.clu.edu/>

SALSA (Scientific ALLiance for South America):

<http://www.dgf.uchile.cl/salsa.html>

Laboratorio de Geofísica de la Universidad de Los Andes, Venezuela:

<http://celeste.ciens.ula.ve/>

The University of the West Indies, Seismic Research Unit

<http://msnhomepages.talkcity.com:6010/playingfields/kickemjenny>

Instituciones Europeas

A more complete list of European/Mediterranean area seismograph network operators can be found at:

<http://orfeus.knmi.nl/other.services/network.html>

Austria

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, (Geophysik), Austria

http://www.zamg.ac.at/geophys_frm.htm

Osterreichischen Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (OGE):

<http://www.zamg.ac.at/~oge>

Belgica

Royal Observatory of Belgium -Seismology:

<http://www.oma.be/KSB-ORB/SEISMO>

Republica Checa

Czech Geophysical Institute, Prague, Czech Republic:

<http://www.ig.cas.cz/>

Charles University, Prague, Czech Republic:

<http://seis.karlov.mff.cuni.cz/>

Masaryk University Brno, Czech Republic:

<http://www.ipe.muni.cz/>

Finlandia

University of Helsinki, Institute of Seismology

<http://www.seismo.helsinki.fi/>

Francia

Centre Sismologique Euro-Mediterraneen (CSEM):

<http://www.emsc-csem.org/>

GEOSCOPE Data Center of IPGP:

<http://geoscope.ipgp.jussieu.fr/>

- GEOSCOPE Data Center, France: <ftp://geoscope.ipgp.jussieu.fr/wave-forms>

Reseau SISMALP, Observatoire de Grenoble, France:

<http://sismalp.obs.ujf-grenoble.fr/sismalpuk.html>

- Catalog of recent regional earthquakes: finger.sismalp@sismalp.obs.ujf-grenoble.fr
- FTP site for programs: <ftp://ftp-lgit.obs.ujf-grenoble.fr/pub/lgit/sismalp>

Reseau Sismique Provence, Marseille, France:

<http://jupiter.u-3mrs.fr/~ms422aww>

Reseau National de Surveillance Sismique, France (ReNaSS):

<http://renass.u-strasbg.fr/>

Tres Grande Resolution Sismologique, Universite de Nice, France (TGRS):

<http://raymonde.unice.fr/>

Alemania

Baden-Wuerttemberg Geological Survey, Erdbebendienst:

<http://www.lgrb.uni-freiburg.de/d/fach/led/led.htm>

GEOFONE data center (Potsdam, Germany):

<http://www.gfz-potsdam.de/geofon>

Goethe-Universitat, Frankfurt; Institut fur Meteorologie und Geophysik:

http://www.geophysik.uni-frankfurt.de/geophys_en.html

German Earthquake Damage Analysis Center:

<http://www.uni-weimar.de/Bauing/edac>

Institut fur Geophysik (GERESS), Bochum, Germany

<http://www.geophysik.ruhr-uni-bochum.de/>

Grafenberg Seismological Observatory (SZGRF):

<http://www.szgrf.bgr.de/>

Seismic Data Analysis Center (SDAC), Bundesanstalt fur Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Germany

<http://www-seismo.hannover.bgr.de/>

University of Munich - Department of Geophysics

<http://www.geophysik.uni-muenchen.de/>

Geologische Dienst Nordrhein-Westfalen:

<http://www.gd.nrw.de/>

Univ of Karlsruhe - Geophysical Institute:

<http://www-gpi.physik.uni-karlsruhe.de/>

Geol. Institut, Abteilung Erdbebengeologie, Universität zu Köln

<http://www.seismo.uni-koeln.de/>

Grecia

Aristotle University of Thessaloniki (Geophysics), Greece

<http://lemnos.geo.auth.gr/>

Athens University, Department of Geophysics-Geothermy

<http://www.geophysics.geol.uoa.gr/>

Greek National Observatory of Athens - Geodynamic Institute:

<http://www.gein.noa.gr/>

Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering, Thessaloniki

<http://www.itsak.gr/>

Hungria

GeoRisk Ltd., Budapest (seismicity and earthquake hazards):

<http://georisk.seismology.hu/>

Seismological Observatory, Hungarian Academy of Sciences:

<http://www.seismology.hu/>

Islandia

Icelandic Meteorological Office, Department of Geophysics:

<http://hraun.vedur.is/ja/englishweb>

Irlanda

Dublin Institute for Advanced Studies Geophysics:

<http://www.geophysics.dias.ie/>

Israel

The Geophysical Institute of Israel:

<http://www.gii.co.il/>

Italia

Italian Experimental Seismic Network:

<http://www.iesn.org/>

Laboratorio di Geofisica, Camerino University, Italy:

<http://www.unicam.it/university/unitoper/geologia/LABGEOF.htm>

The I.G.G. Seismic Network (Genoa University, Italy):

<http://www.dipteris.unige.it/geofisica>

Friuli Experimental Seismic Network, Venezia Giulia, Italy

<http://www.fesn.org/>

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (CNR):

<http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/home.html>

Istituto Nazionale di Geofisica, Italia (MedNet, Italian Telemetered Seismic Network, and other):

<http://www.ingrm.it/>

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Udine

<http://www.crs.ogs.trieste.it/>

Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico, Milano e Istituto per le Tecnologie Informatiche Multimediali, Milano:

<http://emidius.itim.mi.cnr.it/DOM/home.html>

Servizio Sismico Nazionale, Italia (National Seismic Service of Italy):

<http://www.dstn.it/ssn/index.html>

Universita di Trieste, Italia (Dipartimento di Scienze della Terra):

<http://www.dst.univ.trieste.it/DST/dst.s.main.html>

International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy (Structure and non-linear dynamics of the earth group):

<http://www.ictp.trieste.it/sand>

Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata, Italy:

<http://www.geofisico.wnt.it/>

Sistema Poseidon - Sicilia orientale, Italy

<http://www.poseidon.nti.it/>

Osservatorio Vesuviano, Napoli, Italy

<http://www.osve.unina.it/seismogroup.htm>

Países Bajos

Network of Autonomously Recording Seismographs - NARS, Utrecht University, The Netherlands

<http://www.geof.ruu.nl/~nars>

ORFEUS Data Center (Royal Netherlands Meteorological Institute - KNMI):

<http://orfeus.knmi.nl/>

- ORFEUS data center - Netherlands: http://orfeus.knmi.nl/ODC_Data/odc.online.html Waveform data, SPYDER wave-forms
- ORFEUS AutoDRM: autodrm@knmi.nl

Noruega

Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen

<http://www.ifjf.uib.no/seismo/index.htm>

NORSAR (Research Council of Norway):

<http://www.norsar.no/>

Polonia

Polish Academy of Sciences of Institute of Geophysics, Warszawa, Poland:

<http://wwwseis.igf.edu.pl/>

Portugal

Instituto Geofisico do Infante D. Luis, Portugal

<http://www.igidl.ul.pt/>

Instituto de Meteorologia, Portugal

<http://www.meteo.pt/sismologia/sismologia.html>

Rumania

Romania National Institute for Earth Physics (RONIEP):

<http://www.infp.ro/>

Rusia

Kola Regional Seismological Center (KRSC), Russian Academy of Science

<<http://www.krsc.ksc.ru/krsc>

Moscow IRIS Data Analysis Center (MDC):

<http://home.synapse.ru/eng>

Russian Academy of Sciences. Planetary Geophysics. Moscow, Russia:

<http://www.wdcb.rssi.ru/>

Russian Academy of Sciences. Geophysical Survey. Obninsk -

<http://cerme.gsras.ru/>

Eslovenia

Geophysical Survey of Slovenia:

<http://www.sigov.si/ugf/ang/gf.html>

España

Instituto Andaluz de Geofisica, Spain

<http://www.ugr.es/iag/iagpds.html>

Institut Cartografic de Catalunya, Barcelona:

<http://www.icc.es/sismes/home.html>

Instituto de Ciencias de la Tierra 'Jaume Almera', Barcelona:

<http://dg.ija.csic.es/>

Instituto Geografico Nacional (IGN) - Madrid, Spain:

<http://www.geo.ign.es/>

Suiza

Swiss Seismological Service, ETH Zurich (Europe and world-wide catalogs and maps):

<http://seismo.ethz.ch/>

- **AutoDRM**, E-mail to: autodrm@seismo.ifg.ethz.ch - catalogs, station info, wave-forms

Turquía

Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (Turkey):

<http://www.koeri.boun.edu.tr/>

Special Kocaeli (Izmit) Earthquake Pages:

<http://geophysics.gg.utk.edu/izmit/earthquake.htm> (mirror of Turkish site)

Ministry of Public Works and Settlement, Earthquake Research Department, Republic of Turkey:

<http://www.deprem.gov.tr/>

Tubitak MRC Earth Sciences Research Institute:

<http://www.nemrut.mam.gov.tr/>

Reino Unido

U of Bristol Earthquake Engineering Research Centre:

<http://www.fen.bris.ac.uk/civil/eerc/eerc.html>

British Geological Survey, Global Seismology Research Group:

<http://www.gsrp.nmh.ac.uk/gsrp.html>

Edinburgh, Scotland (very slow for US users):

<http://www.geo.ed.ac.uk/quakes/quakes.html>

Yugoslavia

Montenegro Seismological Observatory, Podgorica, Yugoslavia:

<http://www.seismo.cg.yu/>

Instituciones en África, Asia y Oceanía

Sur de Asia

Amateur Seismic Center for south Asia:

<http://www.geocities.com/stasertin>

Sureste de Asia

ASEAN Earthquake Information Center (AEIC):

<http://aeic.bmg.go.id/>

Argelia

Departement Etudes et Surveillance Sismique, Algeria

http://www.craag.edu.dz/Site_ess/index.htm

Australia

Australian Geological Survey, Australian Seismological Centre:

<http://www.agso.gov.au/>

Australian National University, (RSES Seismology):

<http://tses.anu.edu.au/seismology/seismology.html>

University Of Queensland Advanced Centre for Earthquake Studies:

<http://shake2.earthsciences.uq.edu.au/>

Seismology Research Centre, Melbourne:

<http://www.seis.com.au/>

China

State Seismological Bureau of China

<http://gt.csdi.ac.cn/>

India

India Meteorological Department

<http://www.imd.ernet.in/section/seismo/dynamic>

Japón

Earthquake Research Institute at the University of Tokyo:

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/>

Geological Survey of Japan - Earthquake Research:

http://www.aist.go.jp/GSJ/pEQ/eq_top.htm

Kyoshin Net (K-NET) - Japan strong-motion data center of NRI for Earth Science and Disaster Prevention

<http://www.k-net.bosai.go.jp/>

Fundamental Research on Earthquakes and Earth'S Interior Anomalies- (Freesia) of NIED, Japan - broad-band network:

<http://argent.geo.bosai.go.jp/freesia>

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED), Japan - home page:

<http://www.bosai.go.jp/center/>

Malasia

Malaysian Meteorological Service, Seismological Services-

<http://www.kjc.gov.my/ns-home/docs/seismo.htm>

Marruecos

Institut Scientifique, Rabat, Morocco (Dipartement de Physique du Globe):

<http://www.israbat.ac.ma/acceuil.htm>

Nueva Zelanda

Victoria University, Institute of Geophysics, New Zealand

<http://www.rses.vuw.ac.nz/seismology/seismology.html>

Institute of Geological and Nuclear Sciences:

<http://www.gns.cri.nz/earthact/earthquakes>

Filipinas

Philippine Institute of Volcanology and Seismology

<http://www.phivolcs.dost.gov.ph/>

Surafrica

Geological Survey of South Africa, Seismic Research Unit

<http://www.geoscience.org.za/seismo>

Otras referencias útiles

American Geophysical Union:

<http://earth.agu.org/homepage.html>

Council of the National Seismic System (US)

<http://www.cnss.org/>

Earthquake Engineering Research Institute (EERI):

<http://www.eeri.org/>

European Geophysical Society

<http://www.mpae.gwdg.de/EGS/EGS.html>

European Seismological Commission:

<http://www.gsrq.nmh.ac.uk/esc>

Seismological Society of America

<http://www.seismosoc.org/>

Cascade Region Earthquake Workgroup (CREW) - public-private coalition

<http://www.crew.org/>

Central United States Earthquake Consortium

<http://www.cusec.org/>

Missouri Seismic Safety Commission:

<http://www.eas.slu.edu/MSSC>

Western States Seismic Policy Council (WSSPC):

<http://www.wsspc.org/>

Seismolinks to a comprehensive list of general seismological resources:

<http://pasadena.wr.usgs.gov/seismolinks.html>

General Tsunami information and resources - C.E. University of Washington:

<http://www.geophys.washington.edu/tsunami/intro.html>

A1 - ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA (EMS-98)

"Habrá grandes terremotos y, en diversos lugares, hambres, pestes, apariciones terroríficas y grandes portentos en el cielo." (Lucas 21,11).

CONCEPTO DE INTENSIDAD

Cuando se introdujo la escala de intensidad, ésta era considerada como una clasificación de la severidad de un determinado terremoto sobre la base de los efectos producidos en una determinada área geográfica.

Poco a poco se ha ido introduciendo diversos parámetros en la escala que permiten datos más concretos y precisos sobre la percepción del sismo, dando un conocimiento bastante preciso sobre los efectos del mismo. Pero éstas son también sus limitaciones. Así no tienen la precisión de medidas instrumentales y la percepción en una determinada área puede variar de forma considerable dependiendo de la fuente portadora de los datos macrosísmicos empleados, sobre todo en sismos antiguos. Convendrá siempre tener claro las limitaciones propias de la escala.

Cualquier escala de intensidad consiste en una serie de descripciones básicas de diversas sensaciones y daños producidos por un determinado terremoto. Se emplean en este tipo de escalas efectos sobre objetos cotidianos que se encuentran en nuestro entorno. Estos objetos hacen las veces de sensores, no requiriendo ningún tipo de instrumental científico. Esta es la principal ventaja de este tipo de escalas y esto la hará imprescindible en el estudio de sismos antiguos donde, evidentemente, no existe ningún tipo de "aparato de medición".

Clásicamente se han empleado en las escalas de intensidad 4 grupos de “sensores”:

1. *Seres vivos*: De que manera reaccionan los animales y los hombres a los efectos de un sismo. Analizando en los primeros su actitud, en general temor y huida; mientras que en las personas se analiza en que condiciones se siente el terremoto.

En el caso de los animales se suelen producir incluso conductas extrañas incluso días antes de un determinado terremoto. Así aparecen temores en los mismos, desaparición de peces en ríos, etc. Esta especial sensibilidad precursora aparente de muchos animales, se emplea y estudia en prevención sísmica.

En el caso de las personas se incluyen conceptos como la cantidad de población en términos relativos (algunos, pocos, muchos, mayoría,...) que siente el temblor, así como las circunstancias personales. Así, seremos más sensibles a los temblores acostados en pisos altos; Mientras que esa percepción es menor cuando, por ejemplo, se conduce un vehículo.

2. *Objetos cotidianos*: Analizado diversos objetos en cuanto a su movimiento, tintineo, caída o rotura. También se analiza donde se ubican estos objetos.

Así, el análisis de vibraciones en vajillas o objetos de porcelana nos puede dar una idea de pequeños temblores. Otros objetos sensibles a las vibraciones serán los objetos colgados, como lámparas o campanas. También objetos con el centro de gravedad alto serán especialmente sensibles, como electrodomésticos o monitores de ordenador.

3. *Edificios*: Se analizan los daños producidos en los edificios; ya sean parciales o totales.

En este punto vendrán la mayoría de las diferencias entre diversas escalas. Hoy en día se tiene a separar los edificios dependiendo de su tipología constructiva y asignando lo que se denominan “*grados de vulnerabilidad*”, para analizar los daños en esas tipologías. En el caso de sismos antiguos pensemos que las tipologías edificatorias eran muy concretas y uniformes en un determinado entorno geográfico, por lo que es posible perfectamente analizar estos sismos sin perder gran precisión.

4. *Entorno natural*: Se analizan los efectos de terremoto en el entorno, como pueden ser desvíos de ríos, deslizamiento de laderas, enturbiamiento de aguas estancadas, oleaje, fracturas del terreno, etc.

Como hemos comentado, han existido y existen numerosas escalas de intensidad, que se han ido empleado en estos dos últimos siglos, dependiendo de la zona geográfica o de la época.

Hoy en día, en Europa, solemos emplear la escala EM-98, basada en la escala MSK. Estas escalas europeas parten de la escala original de **Rossi y Forel**, que clasifican los sismos en diez grados; esta escala fue posteriormente revisada por **Mercalli** (aún es común denominarla escala de **Mercalli**), expandiéndose posteriormente por **Cancani** de diez a doce grados. **Sieberg** recopila la escala (Escala **Mercalli-Cancani-Sieberg** o MSC), que se toma como base para la ampliamente difundida escala de **Mercalli** modificada, que será la base de la escala MSK y la actual EM-98.

En general, los grados vienen siendo sensiblemente coincidentes en todas,

apareciendo las diferencias en los grados de detalle empleados en las descripciones de cada uno o en los efectos sentidos por los diversos “sensores” que hemos indicado con anterioridad.

LA ESCALA EM-98

La escala macrosísmica EM-98 se edita por la Comisión Sismológica Europea (ESC).

El origen de las escalas editadas por el ESC para la clasificación de intensidad de terremotos. En 1964 edita la MSK-64, denominada habitualmente como escala MSK, en honor de sus promotores **V. Medvedev**, **W. Sponheuer** y **V. Karnik**. En 1981 se introdujeron pequeñas modificaciones en esta escala.

En 1992 se introduce la Escala Macrosísmica Europea, resultante de la XXIII Asamblea General de la Comisión Sismológica Europea, reunida en Praga en 1992. en ésta se promueve un período de testeo de 3 años con el fin de aplicarlo a sismos europeos y mundiales y analizar su empleo bajo condiciones reales, sobre todo en el caso de los grados de vulnerabilidad. Así se aplica a sismos de este período, como pueden ser los de Kilari (India 1993), Northridge (EEUU 1994) y Kobe (Japón 1995).

La EMS-98 pretende introducir algunas modificaciones en la escala del 92.

En su redacción intervienen reconocidos especialistas europeos, como **Grünthal**, **Musson** o **Stucchi**.

Esta escala EMS tiene la importante característica de ser fruto de la colaboración

entre sismólogos y técnicos, incluyendo datos concretos sobre tipologías estructurales y daños a las construcciones más específicos que en anteriores escalas de intensidad.

Básicamente, estas escalas EMS son coincidentes en la descripción con las antiguas MSK. Esto se ha hecho a propósito, con el fin de evitar la penosa reclasificación de catálogos sísmicos y evitar la confusión resultante en los cálculos de riesgo sísmico y sismicidad.

Algunos de los aspectos fundamentales a revisar por la EMS-98, se resumen en:

- Evitar que pequeñas diferencias en el diagnóstico puedan crear grandes diferencias en la asignación de un grado de intensidad.
- La simplicidad de uso
- Corrección de los parámetros analizados en las condiciones de suelos y efectos geomorfológicos, incluyendo efectos de grietas en rocas y estructuras subterráneas.
- La escala se puede aplicar a cualquier ámbito geográfico: desde una ciudad hasta una única casa.
- Necesidad de incluir nuevas soluciones constructivas en la escala, sobre todo se incluyen estructuras proyectadas especialmente para resistir sismos, o edificios en altura, que en versiones anteriores no eran incluidas.
- Se intentan solucionar los problemas que existían entre el grado VI y VII, no demasiado lineales en comparación con el salto de otros grados de la escala.
- Ampliar las necesidades de la escala no sólo a sismólogos, sino también a técnicos y otros posibles usuarios.
- Mejorar la escala para permitir la evaluación de sismos históricos.

Como en anteriores versiones, la consiste en 12 grados, aunque, en la práctica, la escala posee 10 grados. Esto es debido a la escasa trascendencia de los grados límite de la escala. Así, en la práctica, no tiene sentido diferenciar entre el grado I y el II, o entre el XI y el XII, dado que es dudoso que este último se pueda producir en la realidad.

Una característica de esta escala es que es la primera “ilustrada”, conteniendo fotografías y noticias sísmicas históricas comentadas, razonando la asignación de un determinado grado en la misma. Con esto se pretende que, al existir unas fichas tipo, la estandarización en la asignación de grados sea mayor que en escalas anteriores, donde se producían diferencias incluso notables dependiendo del catalogador.

GRADOS DE VULNERABILIDAD

Las escalas de intensidad clásicas no distinguen entre tipologías edificatorias. Como hemos dicho, esto puede ser válido para terremotos históricos, donde existe una gran uniformidad constructiva en los edificios de un determinado entorno geográfico. Pero hoy en día existen edificios con claras diferencias constructivas y, por lo tanto, comportamientos muy diversos ante un determinado sismo. Evidentemente, no tendrá los mismos efectos un sismo sobre una estructura de hormigón diseñada anti-sismo, que una pequeña vivienda edificada a base de adobe.

Así, la EM-98 incluye el concepto de vulnerabilidad en función de cinco tipologías estructurales básicas, con diversas subdivisiones.

Con “vulnerabilidad”, la EMS-98 pretende expresar las diferencias con las que

los edificios responden ante un sismo.

Este concepto no es nuevo, ya **Richter**, en 1956, proponía una versión de la escala de Mercalli Modificada incluyendo varios tipos de edificios, ocurriendo algo análogo en la escala MSK de 1964.

Hoy en día este concepto es fundamental y fácilmente comprensible su importancia: no necesitaremos la misma vibración para destruir una vivienda rural de sillarejo que un moderno edificio de oficinas, y se debe expresar de alguna manera esta distinción. Este concepto ya se empleaba en otros aspectos de la escala; así no tiene el mismo grado de intensidad el que un bolígrafo rueda por una mesa que lo haga una nevera.

Los grados de vulnerabilidad no son absolutos para una determinada tipología edificatoria, distinguiéndose entre:

- Rango poco probable o excepcional
- Rango probable
- Clase de vulnerabilidad habitual

Esta división se hace con el fin de que se puedan tener en cuenta aspectos particulares difícilmente evaluables, como la calidad constructiva, grado de mantenimiento de la edificación, irregularidades formales en la edificación, posibles diseños sismo-resistentes, etc.

Se identifican 6 grados de vulnerabilidad, correlativos desde la A hasta el F, para cada tipo de estructura, las cuales se clasifican por tipologías:

DIFERENCIACION DE EDIFICIOS EN CLASES DE VULNERABILIDAD SEGÚN EMS-98							
	TIPO DE ESTRUCTURA	GRADO DE VULNERABILIDAD					
		A	B	C	D	E	F
FABRICA	muros de barro, tapial	●					
	abobe (ladrillos de barro)	●	→				
	Fábrica de piedra simple	◆	●				
	Fábrica de piedra compuesta		→	●	◆		
	Fábrica de piedra con sillares	◆	●	◆			
	Fábrica de piedra con sillares y forjados de hormigón		→	●	◆		
	Fábrica reforzada o confinada			◆	●	→	
HOMIGÓN ARMADO	Pórticos sin diseño simo-resistente (DSR)	◆	→	●	◆		
	Pórticos con DSR moderado		◆	→	●	→	
	Pórticos con nivel alto de DSR			◆	→	●	→
	Muros sin DSR		◆	●	→		
	Muros con DSR moderado			◆	●	→	
	Muros con nivel alto de DSR				◆	●	→
ACERO	Estructuras de acero			◆	→	●	→
MADERA	Estructuras de madera		◆	→	●	→	
◆◆◆ Rango poco probable, clase excepcional							
→ Rango probable							
● Clase de vulnerabilidad habitual							

Los tres primeros grados de vulnerabilidad, A, B y C pretenden reproducir la resistencia de una típica vivienda de adobe, una de fábrica de ladrillo y una de hormigón armado respectivamente. Serían compatibles con las clases A, B y C de la escala MSK-64 y MSK-81. Las clases D y E pretenden reproducir el comportamiento de diversos refuerzos propios de estructuras anti-sísmicas, como fábrica reforzada o estructuras metálicas. El grado F pretende reproducir el grado de vulnerabilidad de un edificio con alto grado de diseño anti-sísmico.

De este manera los edificios quedan prácticamente clasificados en tres niveles.

En el nivel inferior estarían los edificios que no tienen ningún tipo de medida constructiva antisísmica, ya sean construidos bajo asistencia técnica o no.

En un segundo nivel estarían los edificios construidos con alguna medida anti-sísmica, normalmente diseñados y construidos según normativas sísmicas, basados en estudios de riesgo sísmico.

En el nivel superior estarían los edificios diseñados y construidos con medidas especiales anti-sísmicas, como aislamiento de cimentaciones. En general, los efectos sobre estos edificios no se deben considerar, ya que no serán representativos del resto.

Por otro lado, los edificios construidos bajo asistencia técnica, aunque no se haya considerado específicamente la existencia de una componente sísmica, no es menos cierto que suelen estar diseñados para soportar fuerzas laterales de viento, por lo que tienen un cierto grado de resistencia sísmica, por lo que también se considera esta característica en la escala.

Veamos con mayor detalle los tipos de edificios considerados:

Edificios de fábrica

- Muros de barro, tapial. Construcciones tradicionales con piedra de tamaño irregular y con mortero muy pobre. Esto lleva a edificios muy pesados y con baja resistencia a cargas laterales. Los forjados suelen estar formados por vigas de madera, que no añaden rigidez horizontal al conjunto.
- Adobe (Ladrillo de barro). Existen una gran disparidad de técnicas

constructivas y materiales empleados en esta tipología, lo que afectará, lógicamente, a la resistencia lateral de los edificios. Los muros de adobe, sin ladrillo son débiles, los de ladrillo se comportan mejor en función de calidad del mortero empleado, del propio ladrillo y del diseño de la propia edificación.

Uno de los principales factores que influyen en la resistencia de este tipo de edificios es el peso de la cubierta. Una cubierta pesada los hace débiles, mientras que un entramado de madera embebido en la fábrica, por ejemplo, se comporta considerablemente mejor. Estos edificios pueden sufrir daños sísmicos, mientras que los entramados de madera se mantienen intactos, debido a gran ductilidad.

Estarían dentro de esta clasificación aquellos edificios donde se forma un entramado de madera que luego se rellena de adobe y cal.

- Fábrica de mampostería. Ejecutada con piedras pequeñas, que se suelen reforzar con sillería en huecos y esquinas. Les afecta considerablemente la calidad constructiva, y suelen estar en la clase de vulnerabilidad B, aunque pueden bajar al A en función de su calidad.
- Sillería. Los edificios realizados con grandes sillares de piedra suelen estar reservados a zonas monumentales y a edificios como catedrales o castillos. Estos edificios no son representativos de la generalidad, por lo que, en principio, no se deben emplear en los cálculos de intensidad. Sin embargo son frecuentes las ciudades con barrios enteros de edificios de este tipo, normalmente grandes edificios públicos del XIX, que si se emplean en asignación de intensidad. Estos edificios suelen tener una gran resistencia, lo que eleva su clase de vulnerabilidad (C o incluso D).

- Fábrica sin reforzar, bloques de hormigón. Su resistencia vendrá dada en gran medida por su diseño: muros de arriostramiento, disposición de huecos, calidad constructiva. Es relativamente frecuente que, en estos casos, los edificios posean dos hojas de fábrica, lo cual, si ambas fábricas no están perfectamente trabadas, originan paredes muy débiles con un comportamiento pésimo ante un sismo.
- Fábrica sin reforzar con forjados de hormigón. Los forjados de hormigón, sobre todo con vigas de borde incluidas dentro de los muros de fábrica, mejoran de forma notable el comportamiento de éstas, similares a una estructura de caja, reduciendo el riesgo de caída de las paredes. Si estos forjados están bien conectados a las paredes, la clase de vulnerabilidad suele ser la 3, mientras que en caso contrario es la 2.
- Fábrica reforzada o confinada. La inclusión de barras metálicas o de materiales compuestos en el interior de la fábrica, dota a ésta de resistencia a tracción, con mayor capacidad de ductilidad que en la fábrica tradicional. En el caso de fábrica confinada por vigas y pilares, normalmente de hormigón, los resultados son prácticamente los mismos. En este último caso aparece un comportamiento conjunto fábrica-hormigón altamente efectivo y con gran capacidad de disipación de energía.

Edificios con estructura de hormigón armado

Sin duda la tipología actualmente mas empleada en la construcción en nuestro país. Existen gran variedad de tipologías que modifican, lógicamente, la resistencia de una determinada estructura ante esfuerzos sísmicos.

- Pórticos de hormigón armado. Como bien es sabido, este sistema, formado por vigas y pilares de hormigón, forma pórticos rígidos con capacidad resistente tanto a esfuerzos flectores como cortantes, funcionando tanto frente a cargas verticales como horizontales. La relación de rigidez entre vigas y pilares determinará la capacidad resistente de estos pórticos frente a esfuerzos sísmicos. Así, sistemas como los formados por vigas de gran rigidez sobre pequeños pilares, serán muy vulnerables ante fuerzas horizontales. Este sistema, si bien puede ser altamente efectivo, ocasiona una gran variedad de grados de vulnerabilidad, en función de la bondad de su diseño antisísmico.

Los terremotos de las últimas décadas nos han ofrecido imágenes de espectaculares colapsos estructurales, donde suele predominar la tipología de pórticos de hormigón armado. De los estudios de estos fenómenos han surgido prácticas constructivas de diseño estructural, que mitigan en gran manera los efectos indeseables de terremotos en estas estructuras. Así, aspectos como la falta de simetría de masas, cambios bruscos de rigidez, discontinuidad de elementos estructurales, plantas blandas¹, falta de ductilidad, entre otros, pueden significar que el edificio sobreviva al terremoto con pocos daños o que colapse en su totalidad.

- Estructuras con muros de hormigón armado. Una de las soluciones habituales de diseño antisísmico es recurrir a pantallas de hormigón armado que sustituyen con colaboran con los pilares para absorber los esfuerzos horizontales inherentes a un terremoto. En general dotan al edificio del grado

¹ Se denomina así, una planta con un cambio brusco de rigidez de sus tabiquerías con respecto a otras, como suele ser el caso de un bajo comercial, en comparación con las plantas compartimentadas de viviendas. Estas plantas compartimentadas tienen mayor capacidad de disipar energía del terremoto a través de la rotura de sus tabiques, mientras que en el caso de la planta diáfana esta capacidad no existe o está muy limitada, colapsando la estructura. Es frecuente que, directamente, estas plantas caigan una sobre la otra, provocando mortalidad elevada, con escasas posibilidades de supervivencia.

de ductilidad suficiente para poder resistir el sismo. La vulnerabilidad de estos edificios vendrá fijada por posibles asimetrías, lo que originaría torsiones sobre pilares; así como aperturas en estas pantallas, sobre todo en plantas bajas.

Estructuras de acero laminado.

Estamos ante edificios con estructura principal formada por perfiles de acero laminado. Para las evaluaciones macrosísmicas de esta tipología se han encontrado pocos datos, en comparación con las restantes tipologías, lo que viene a indicar la gran capacidad resistente de la misma ante terremotos. Sin embargo los daños del terremoto se centrarán en elementos no estructurales, como paredes, tabiques o revestimientos de hormigón –típicos en esta tipología para mejorar la resistencia a fuego de la misma-.

El grado de vulnerabilidad vendrá dado por la rigidez del entramado, por la tipología y forma de las uniones entre vigas y pilares, grados de ductilidad, etc. Así, un edificio con estructura metálica, sin diseño antisísmico específico, probablemente tendrá una clase de vulnerabilidad D. Si embargo, la existencia de triangulaciones en 'cruz de San Andrés' o en 'K' , pueden ser representadas por una clase de vulnerabilidad C, al perder el conjunto ductilidad, aunque gana rigidez.

Estructuras de madera.

La flexibilidad innata de las estructuras de madera, hace que tengan una gran resistencia al daño. Evidentemente será básico el correcto diseño de uniones. Así, rotura de uniones o secciones podridas –típico en vigas empotradas en muros de piedra- hace que los edificios frecuentemente colapsen ante un sismo. Este fue el caso de Kobe en 1985, donde el daño fue notablemente mayor en zonas antiguas

con construcciones de madera.

La capacidad resistente se podrá mejorar mediante dispositivos de unión entre vigas y pilares, que permitan una buena ductilidad.

Factores que afectan a la vulnerabilidad sísmica de los edificios.

Como hemos ido comentando, la capacidad resistente de un edificio a un sismo no depende únicamente de su tipología estructural. Habrá una serie de parámetros, alguno de los cuales hemos ido citando, que afectan de forma clara al grado de vulnerabilidad final de un determinado edificio. Será importante analizar estos –y otros- aspectos, con el fin de asignar correctamente los grados de vulnerabilidad.

- **Calidad y mano de obra.** Parece claro que un edificio ‘bien’ construido tendrá una mayor resistencia que uno ‘mal’ construido. Esta obviedad no había sido considerada en anteriores versiones de la Escala Macrosísmica Europea, debido en parte a la dificultad de establecer la diferencia entre ‘bien’ y ‘mal’. Un edificio construido con buenos materiales y con técnicas constructivas adecuadas y de calidad será claramente más resistente que uno construido con malos materiales y con técnicas deficientes. Así, la calidad del mortero influirá de forma notable en la resistencia de un edificio de fábrica. Cabe esperar así mismo que un edificio construido bajo asistencia técnica, tanto en proyecto como en construcción, tenga mejor comportamiento que uno elaborado con técnicas de autoconstrucción.
- **Estado de conservación.** Un buen estado de conservación de un edificio incide de forma clara en su capacidad resistente. Evidentemente como estado de conservación no debemos entender únicamente aspectos estéticos. Por ejemplo, es frecuente en nuestras ciudades que,

periódicamente, se pinten fachadas de edificios de principios del siglo XX. Si estas obras de mantenimiento no se llevan a los elementos estructurales, el comportamiento será malo.

Así es usual que, en sismos relativamente pequeños, se caigan muros o incluso colapsos completos de edificios abandonados. Daños que no se producen en el resto en buen estado. Es también relativamente frecuente que las réplicas de un terremoto causen daños desproporcionados en comparación con el sismo principal, al actuar sobre edificios previamente dañados y, en consecuencia, en condiciones estructurales precarias.

- La regularidad. El edificio ideal frente a un terremoto será un cubo en el cual no existe ningún tipo de escaleras o que, si existen, son simétricas. Evidentemente este tipo de edificio no es asumible en principio por condiciones funcionales y estéticas. Cuanto más nos separemos de este modelo ideal, en pérdidas de simetría formal, variaciones internas de rigidez, etc., mayor grado de vulnerabilidad tendrá. Especialmente grave es el caso de plantas blandas, que hemos comentado con anterioridad.

Las normativas sísmicas suelen incluir ordenanzas constructivas y de diseño. Es éste el caso de la NCSE-94 española o el Eurocódigo 8.

- Ductilidad. La capacidad de ductilidad de una estructura dependerá en primer lugar de los materiales que la conforman, así como del diseño estructural del edificio. Siempre será deseable, implica una mejor capacidad de disipación de energía.
- Posición. En el caso de entramados urbanos, es importante observar la

situación de edificio vecinos. Así, en una manzana de viviendas, los edificios de esquina o los extremos de viviendas en hilera, suelen tener mayores daños que los vecinos. Esto viene originado por el efecto de confinamiento que ocurre en los edificios centrales y que no tiene efecto, evidentemente, en los edificios extremos.

Es especialmente peligroso el hecho de que dos edificios en medianería tengan distinta frecuencia natural de vibración. En este caso estos edificios pueden impactar uno con el otro, con resultados normalmente trágicos.

- Refuerzo antisísmico. Hoy en día es relativamente frecuente que se planteen medidas de refuerzo antisísmico en edificios existentes, tales como refuerzos de fibra de carbono o triangulaciones metálicas. Evidentemente estas medidas mejoran el comportamiento de la estructura original, lo que debe ser tenido en cuenta, aumentando la clase de vulnerabilidad.
- Edificios con Diseño Resistente a Terremotos (EDR). Hemos incluido el acrónimo resultante, ya que así se suele denominar en inglés, aunque en su término equivalente es: ERD (Earthquake Resistant Design).

Sería imposible establecer grados en una escala macrosísmica de vulnerabilidad para todos y cada uno de los diseños sismorresistentes derivados de las múltiples normativas sísmicas nacionales. La EMS 98 deja abierto este campo para que los especialistas de cada país completen este aspecto.

Ahora bien, si asumimos que un edificio situado en una determinada zona se diseña según los principios EDR (ERD) para soportar un terremoto de intensidad i teniendo en cuenta el tipo de terreno de la zona, la EMS-98

establece tres tipos de edificios en estas condiciones:

-ERD-L (L de Low –bajo-) Edificios con nivel de diseño antisísmico bajo. En general edificios situados en zonas de baja sismicidad, sin un diseño ni cálculo sísmico específico. Estarían en zonas donde se prevén sismos con una intensidad inferior a 7 o con una aceleración de cálculo del 2 al 4 % de la gravedad (g). Las estructuras de hormigón convencional, sin diseño sísmico específico, estarían incluidas en este tipo.

-ERD-M (Medio). Edificios con un diseño sísmico moderado, en base, sobre todo a condiciones de diseño, como pueden ser resoluciones de detalles constructivos que mejoren la ductilidad, aunque de forma moderada y no sistemática. No tienen un cálculo específico, guardando únicamente unas mínimas condiciones constructivas. En general situados en zonas con una intensidad prevista de 8, con una aceleración sísmica entorno al 5-7% g.

-ERD-H (H de High –Alto-). Edificios con diseño antisísmico alto. Estos edificios poseen diseño específico anti-sismo y cálculo dinámico a partir de cargas sísmicas. Se incluyen medidas constructivas para dotar de la ductilidad suficiente al edificio y garantizar una correcta disipación de la energía. Serán propios de zonas con alta sismicidad, con intensidades superiores a 9 y una aceleración sísmica de 8 –12% g. En Europa no es habitual este tipo de edificios.

- Importancia. Es normal y lógico, que los diversos códigos nacionales incluyan de alguna manera factores de amplificación para determinados tipos de edificios. Así, edificios básicos que sean necesarios después de ocurrido un

determinado terremoto, como pueden ser hospitales, cuarteles de bomberos, instalaciones energéticas, etc, deberían tener un diseño anti-sísmico superior al resto de edificios, aún en un determinado entorno sísmico.

GRADOS DE DAÑO

La EM-98 divide los tipos de daño en 5 grados, de menor a mayor daño (de pocas fisuras hasta ruina total).

Evidentemente estos daños se diferencian y particularizan para cada grado de vulnerabilidad descritos anteriormente.

Estos daños se matizan en función de los efectos que el terremoto ocasiona en elementos estructurales (elementos primarios) por una parte y en elementos no-estructurales por otra (elementos secundarios).

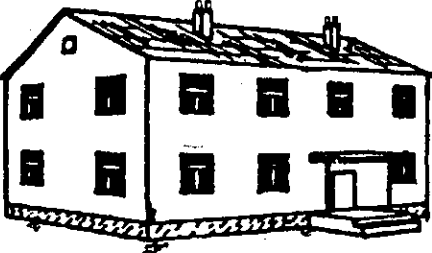
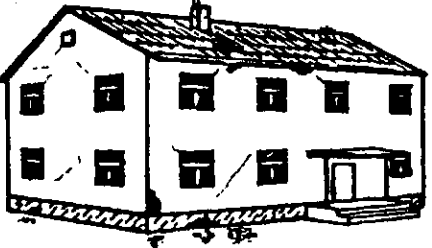
Los daños que se analizan son los propios del sismo sobre el edificio, dejándose fuera de éstos efectos colaterales, que pueden ser mucho más importantes que los propios daños del sismo, como deslizamientos de laderas, licuefacción, efectos de tsunamis o debidos a impactos con otros edificios vecinos.

Estos daños se particularizan aún más en el caso de edificios con diseño antisísmico, donde los daños dependen fuertemente de los criterios seguidos en el diseño:

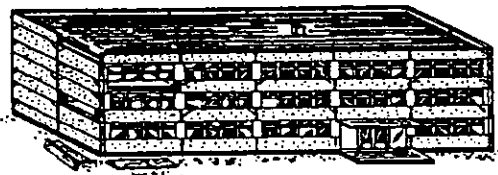
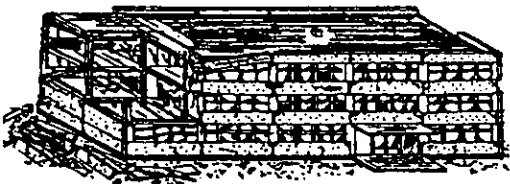

- Estructuras diseñadas contra un terremoto de baja intensidad, pero con gran probabilidad de ocurrencia a lo largo de la vida útil del edificio. Deberán resistir sin problema estos sismos, pero no los de intensidad mayor.

-Estructuras diseñadas contra un terremoto de media intensidad, con poca probabilidad de ocurrencia a lo largo de la vida útil del edificio. En este caso no deberían existir daños estructurales para sismos inferiores a los de diseño.

-Estructuras diseñadas contra un terremoto de alta intensidad, sin pérdida de estabilidad y ni integridad. En este caso será importante que no existan daños mayores que el grado 3.

CLASIFICACIÓN DE DAÑO EN EDIFICIOS DE FÁBRICA	
	<p>Grado 1: Insignificante o muy pequeño. Sin daño estructural.</p> <p>Fisuras en muy pocas paredes.</p> <p>Caída sólo de pequeñas zonas de revoco.</p> <p>En muy pocos casos caída o pérdida de fragmentos de la parte superior de los edificios.</p>
	<p>Grado 2: Daño moderado. Ligero daño estructural. Moderado daño no estructural.</p> <p>Grietas en muchas paredes.</p> <p>Caída de fragmentos importantes de enlucidos.</p> <p>Colapso parcial de chimeneas.</p>

	<p>Grado 3: Daño importante. Moderado daño estructural. Importante daño no estructural.</p> <p>Grietas importantes en la mayoría de.</p> <p>Caída de piezas de cubierta.</p> <p>Rotura de chimeneas por la línea de la cubierta.</p> <p>Caída de algunos elementos no estructurales como particiones.</p>
	<p>Grado 4: Daño Muy importante. Daños estructural importante. Muy importante daño no estructural.</p> <p>Rotura seria de paredes. Fallo estructural parcial.</p> <p>Caída de techos y suelos.</p>
	<p>Grado 5: Destrucción. Daño estructural muy importante.</p> <p>Colapso del edificio total o casi.</p>
<p>CLASIFICACIÓN DE DAÑO EN EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO</p>	
	<p>Grado 1: Insignificante o muy pequeño. Sin daño estructural.</p> <p>Fisuras finas en enfoscados sobre barras de pórticos o en muros por la base.</p> <p>Grietas finas en particiones.</p>
	<p>Grado 2: Daño moderado. Ligero daño estructural. Moderado daño no estructural.</p> <p>Grietas en pilares, vigas y muros estructurales.</p> <p>Grietas en particiones, caída de techos y enlucidos.</p> <p>Caída de mortero en esquinas.</p>

	<p>Grado 3: Daño importante. Moderado daño estructural. Importante daño no estructural.</p> <p>Grietas en la unión de vigas y pilares, así como en la base y nudos de muros portantes.</p> <p>Caída de recubrimientos del hormigón, pandeo de armaduras.</p> <p>Grietas importantes en particiones. Caída de algunos tabiques.</p>
	<p>Grado 4: Daño Muy importante. Daños estructural importante. Muy importante daño no estructural.</p> <p>Grandes grietas en elementos estructurales, con fallos por compresión del hormigón y rotura de barras. Rotura de uniones de vigas y de sus uniones en barras. Fallos de pilares.</p> <p>Colapso de algunos pilares en plantas altas</p>
	<p>Grado 5: Destrucción. Daño estructural muy importante.</p> <p>Colapso de forjados o de partes de edificaciones.</p>

CANTIDAD RELATIVA

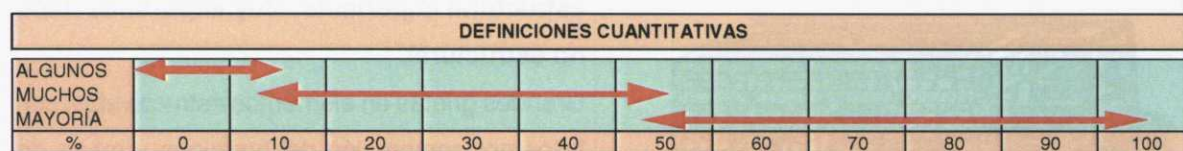
Uno de los problemas que tiene el catalogador de intensidad es diferenciar entre conceptos tan relativos como “algunos”, “muchos” y “mayoría”, que suelen aparecer en las diversas escalas o en las descripciones históricas de sismos.

La EM-98 elige una solución de compromiso, dando por hecho que existirán problemas de clasificación en los límites de estas tres cantidades relativas, y que existirá un determinado solapamiento entre las tres.

En este caso la EM-98 asigna los siguientes porcentajes aproximados:

- Algunos: 0 – 20 %
- Muchos: 20 – 60%
- Mayoría: 60 – 100 %

Con un cierto grado de solapamiento entre los porcentajes, difícil de cuantificar.



EL EMPLAZAMIENTO

El propio concepto de intensidad hace que esté íntimamente ligado a una determinada localización geográfica.

La expresión tantas veces oída en los noticiarios de "...el terremoto ha tenido una intensidad de 7 en la escala de Mercalli..." es incorrecta, debería ser de "...al terremoto se le ha asignado una intensidad máxima de 7 en la escala de Mercalli...", o indicar directamente la localización para un determinado grado. En conclusión, un mismo terremoto tendrá diversos grados de intensidad, uno distinto para cada localización, que, evidentemente, irán bajando de grado según nos alejamos del epicentro del sismo.

Para un correcto trazado de isosistas se asigna a cada localización un grado de intensidad, sobre la base de cuestionarios o formularios redactados para cada localización.

Tampoco se debe asignar un grado de intensidad a un único edificio, incluso a una calle o barrio, son ámbitos demasiado pequeños y no serían representativos desde un punto de vista estadístico. En general se considera una unidad mínima de un pueblo. Tampoco la población debe ser mayor de una ciudad de tamaño medio europea. En una gran capital habrá que analizar el sismo por zonas, ya que los efectos no serán los mismos en unas que en otras y las variaciones serán importantes.

En estos casos conviene diferenciar diversas zonas, sobre todo en base al sustrato geotécnico existente (suelos arenosos, zona rocosa, etc.).

Por ejemplo, es frecuente en paleosismicidad, recurrir al estudio de cuevas donde existen estructuras tipo estalagmitas o estalactitas. La presencia de roturas en estos elementos puede ser síntoma de la ocurrencia de un fuerte terremoto en el pasado. Analizando las edades de los diversos elementos sería posible datar aproximadamente la fecha del evento. Ahora bien, el hecho de que no existan elementos de este tipo dañados, no quiere decir que en esa comarca no haya existido en el pasado ningún sismo importante. Pudo haber ocurrido y estos elementos no haber sido daños por múltiples circunstancias: resistieron el sismo, en la zona de la cueva el sismo se amortiguó de una manera especialmente buena, etc. De la misma manera, la rotura de una estalactita en una cueva no implica necesariamente que haya habido un gran terremoto en el pasado, ya que esta rotura se ha podido producir por múltiples causas.

ASIGNACIÓN DE GRADOS

Las diversas descripciones incluidas en la definición de cada grado de intensidad se emplean como “descripciones fotográficas” de los diversos efectos que se esperan para cada grado de intensidad. De esta manera, comparando los efectos del sismo analizado, con los que habitualmente se producen, podemos estimar dicho grado.

GRADO	SENSIBILIDAD	EFFECTOS
I NO SENTIDO	A- Humanos	No sentido, incluso en las circunstancias mas favorables
	B- Entorno	Sin efectos
	C- Edificios	Sin daños
II ESCASAMENTE SENTIDO	A- Humanos	El temblor es sentido sólo en casos aislados (< 1%), sobre todo en plantas altas y acostados.
	B- Entorno	Sin efectos
	C- Edificios	Sin daños
III DEBIL	A- Humanos	Sentido en el interior por unos pocos. Algunos en reposo sienten un pequeño balanceo o ligero temblor
	B- Entorno	Los objetos colgados tiemblan ligeramente
	C- Edificios	Sin daños
IV CONSIDERABLEMENTE OBSERVADO	A- Humanos	El terremoto es sentido en el interior por muchos y sentido afuera sólo por unos pocos. Algunas personas se despiertan. El nivel de vibración no es alarmante. La vibración es moderada. Los observadores sienten un pequeño temblor o vibración del edificio, habitación, cama, sillas, etc.
	B- Entorno	La vajilla, vasos, ventanas y puertas tintinean. Los objetos colgados se balancean. Los muebles ligeros tiemblan de forma visible en algunos pocos casos. La madera cruje en algunos casos.
	C- Edificios	Sin daños
V FUERTE	A- Humanos	El terremoto es sentido en el interior por la mayoría, fuera por unos pocos. Algunas personas se asustan y salen fuera de los edificios. Gran parte de las personas dormidas se despiertan. Los observadores sienten un fuerte temblor y la vibración del propio edificio, habitación o mueble.
	B- Entorno	Los objetos colgados se balancean de forma considerable. Las vajilla y vasos suenan al chocar unos con otros. Los objetos pequeños o aquellos con peso importante en su parte superior o soportados de forma precaria, pueden caerse al suelo. Las ventanas y puertas se abren o cierra. En algunos casos pueden romper vidrios de ventanas. Los líquidos oscilan y se vierten si los envases contenedores están llenos. Los animales en el interior se ponen nerviosos.
	C- Edificios	Daño de grado 1 en muy pocos edificios de vulnerabilidad A y B

VI LIGERAMENTE DAÑINO	A- Humanos	El terremoto es sentido por la mayoría en el interior y por muchos en el exterior. Algunas personas pierden el equilibrio. Muchas personas se asustan y corren hacia el exterior.
	B- Entorno	Pequeños objetos ordinariamente estables pueden caer y los muebles se pueden mover. En unos instantes platos y cristalería pueden romperse. Los animales de granja, incluso los que están fuera, se pueden asustar.
	C- Edificios	Daños de grado 1 aparecen en muchos edificios de clase de vulnerabilidad A y B. Unos pocos de clase A y B sufren daños de grado 2. Unos pocos de clase C sufren daños de grado 1.
VII DAÑINO	A- Humanos	La mayoría de las personas se asustan y tratan de correr hacia el exterior. Muchos pueden tener dificultad para estar de pie, sobre todo en pisos altos.
	B- Entorno	Los muebles se mueven y los muebles pesados pueden volcar. El agua se sale de recipientes, tanques y piscinas.
	C- Edificios	Muchos edificios de vulnerabilidad de clase A sufren daños de grado 3, unos pocos de grado 4. Muchos edificios de vulnerabilidad clase B sufren daños de grado 2, unos pocos de grado 3. Unos pocos edificios de vulnerabilidad clase C sufren daños de grado 2. Unos pocos edificios de vulnerabilidad clase D sufren daños de grado 1.
VIII FUERTEMENTE DAÑINO	A- Humanos	Muchas personas tienen dificultad para mantenerse en pie, incluso en el exterior.
	B- Entorno	Los muebles pueden volcar. Objetos como televisores o máquinas de escribir caen al suelo. Las lápidas pueden abrirse ocasionalmente o desplazarse. Pueden verse olas en terrenos muy blandos.
	C- Edificios	Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de grado 4; unos pocos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 3, unos pocos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 2, unos pocos de grado 3. Unos pocos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 2.

IX DESTRUCTIVO	A- Humanos	Pánico general. Las personas pueden rodar por el suelo.
	B- Entorno	Muchos monumentos y columnas caen o ruedan. Pueden verse olas en terrenos blandos.
	C- Edificios	Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 4. Unos pocos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 3. Unos pocos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 2. Unos pocos de grado 3. Unos pocos edificios de clase de vulnerabilidad E sufren daños de grado 2.
X MUY DESTRUCTIVO	C- Edificios	Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 5. Unos pocos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 4. Unos pocos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 3. Unos pocos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad E sufren daños de grado 2. Unos pocos de grado 3. Unos pocos edificios de clase de vulnerabilidad F sufren daños de grado 2.
XI DEVASTADOR	C- Edificios	Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 4. Muchos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 4. Algunos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad E sufren daños de grado 3. Algunos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad F sufren daños de grado 2. Algunos de grado 3.

XII COMPLETAMENTE DEVASTADOR	C- Edificios	Todos los edificios de clase de vulnerabilidad A, B y prácticamente todos los de clase C son destruidos. La mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad D, E y F son destruidos. El terremoto alcanza los máximos efectos concebibles.
---	--------------	--

Esto no quiere decir, evidentemente, que en cada grado indicado se produzcan todos y cada uno de los daños que se incluyen en su descripción. Desde este punto de vista, la escala se debe analizar de una forma flexible, en función de los datos disponibles y de la comparación con los efectos esperables.

Dado que se trata de una escala con un cierto grado de subjetividad, cabría esperar que existieran diferencias notorias en las asignaciones de intensidad por parte de cada investigador. Esto no suele ser así, siendo bastante homogéneas las asignaciones en función de unas determinadas descripciones. Otra cosa será, evidentemente, en el caso de aparecer nuevas descripciones, lo que es frecuente, por ejemplo, en sismos históricos, que obligan a renovar las asignaciones de intensidad.

La EMS-98 incluye también una “guía de interpretación” con el fin de homogeneizar, en la medida de lo posible, las interpretaciones de los diversos investigadores.

Los casos reales no se ajustarán exactamente a las descripciones contenidas en los diversos grados de escala macrosísmica. En estos casos el investigador debe decidir que datos son sustanciales, cuales son accesorios, o la correspondencia de las descripciones disponibles con las “patrones” de la EMS.

No solamente obtenemos datos a partir de las diversas descripciones, sino también a partir los obtenemos a partir de las “no-observaciones”, lo que podríamos

denominar como *información negativa*. Por ejemplo, una descripción del tipo

“...el terremoto causó gran pánico en la población, que salió a las calles. Por fortuna no hubo que lamentar ningún tipo de daño material...”

Nos indicaría que el sismo no ha sido mayor que un grado 6 en la escala EMS, ya que sabemos que no se han producido daños.

Debemos prestar especial atención al caso de edificios en altura. Sabemos que en pisos altos la perceptibilidad a un sismo es mayor que en plantas bajas. Este efecto ha hecho que, incluso, se haya llegado a plantear el reducir un grado de intensidad para cada determinado número de plantas, pero no se ha llegado a una conclusión definitiva sobre el tema.

En edificios en altura, el modo de vibración propia del edificio puede hacer que en un cierto rango de plantas altas el sismo no se sienta, sintiéndose con gran notoriedad en plantas mas bajas o mas altas (modo de vibración 2 o 3).

La EMS-98, para evitar la influencia de estos efectos, aconseja descartar todos los datos que se tengan en plantas superiores a la quinta para la asignación de intensidad.

Esta misma propiedad de mayor vibración en plantas altas hace que sea frecuente que en plantas altas de edificios en altura se sientan sismos que no son percibidos por el resto de la población, sería un caso típico del grado 2 EMS.

Así no es aconsejable tomar datos para la determinación de la intensidad de edificios singulares, como torres de telefonía o radio, puentes, estructuras subterráneas o edificios monumentales –salvo casos especiales-. Ya que no van a

ser comparables con el resto de edificaciones normales y con las descritas en los diversos grados de intensidad.

Tampoco nos debemos olvidar de las condiciones del suelo y los posibles efectos multiplicadores del mismo. Así, en zonas aluviales el terremoto se sentirá con mayor intensidad que en zonas de montaña, ya que el suelo transmitirá mejor las ondas sísmicas, y la atenuación será menor.

La EMS-98 incluye así mismo una forma abreviada de la escala, con el fin de poder ser empleada con fines educativos, por ejemplo. Esta es la forma común en la que suele aparecer en las distintas publicaciones y enciclopedias, pero que no es suficiente para realizar asignación de intensidad.

INTENSIDAD EMS	DEFINICION	Descripción de efectos típicos (resumidos)
I	NO SENTIDO	No sentido.
II	ESCASAMENTE SENTIDO	Sentido únicamente por muy pocas personas en casa.
III	DEBIL	Sentido por algunas personas en el interior de edificios. El resto pueden sentir un ligero temblor.
IV	CONSIDERABLEMENTE OBSERVADO	Lo sienten en el interior de edificios muchas personas, fuera muy pocos. Algunas personas se despiertan. Las ventanas, puertas y vajilla tintinean.
V	FUERTE	Lo sienten en el interior de los edificios la mayoría, fuera por pocos. Muchas personas que están dormidas se despiertan. Algunos se asustan. Los edificios tiemblan. Los objetos colgados se balancean de forma considerable. Se desplazan los objetos pequeños. Las puertas y ventanas se pueden abrir o cerrar.
VI	LIGERAMENTE DAÑINO	Muchas personas se asustan y corren al exterior. Algunos objetos caen. Muchas casas sufren daños no estructurales pequeños, como fisuras en enfoscados o caída de pequeñas piezas decorativas.

VII	DAÑINO	La mayoría de las personas se asustan y corren al exterior. Los muebles se desplazan y gran número de objetos caen de las estanterías. Muchos edificios bien contruidos sufren daños moderados: pequeñas fisuras en paredes, caída de enfoscados, caída de trozos de chimeneas; Los edificios antiguos pueden sufrir grietas importantes en muros y caída de algunos muros interiores.
VIII	FUERTEMENTE DAÑINO	Muchas personas tienen dificultad para estar de pie. Muchas casas tienen grandes grietas en las paredes. Unos pocos edificios bien contruidos sufren serios daños en muros. Pueden colapsar estructuras antiguas y débiles.
IX	DESTRUCTIVO	Pánico general. Muchas estructuras débiles colapsan. Incluso los edificios bien contruidos presentan serios daños y colapsos parciales.
X	MUY DESTRUCTIVO	Muchos edificios normales bien contruidos colapsan.
XI	DEVASTADOR	La mayoría de los edificios normales bien contruidos colapsan, incluso algunos con buena resistencia a los terremotos.
XII	COMPLETAMENTE DEVASTADOR	Casi todos los edificios son destruidos.

NOTACIÓN

Tradicionalmente se ha venido empleado números romanos, del I al XII para indicar la escala de intensidad. Sin embargo, desde un punto de vista informático, es más sencilla una numeración ordinal de 1 a 12, para la codificación en bases de datos. La EMS-98 permite emplear cualquiera de los dos criterios.

Así, un sismo de intensidad IV se puede expresar tranquilamente como intensidad 4, y un sismo de intensidad IV-V se puede codificar como 4.50.

EFFECTOS EN EL ENTORNO NATURAL.

El estudio de los efectos de un terremoto sobre el entorno geográfico se suele denominar *Geosismología*.

En la mayoría de escalas de intensidad se incluyen este tipo de efectos, aunque son difíciles de analizar debido a la gran cantidad de parámetros que pueden influir en estos efectos, como inestabilidad de laderas, niveles normales de acuíferos, etc. Por ello se suelen emplear como complemento al efecto del sismo sobre las edificaciones y las personas y no de manera aisladas, ya que la indeterminación del grado de intensidad sería muy elevada.

La EMS-98 distingue entre efectos hidrológicos, efectos sobre laderas, efectos sobre llanuras y otros efectos más complejos.

En la siguiente tabla se indican los valores de la EMS-98.

RELACIÓN DE LOS EFECTOS SISMOGEOLÓGICOS CON LOS GRADOS DE INTENSIDAD SEGÚN EMS-98												
TIPO DE EFECTO	ESCALA DE INTENSIDAD											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EFECTOS HIDROLÓGICOS												
Pequeños cambios en acuíferos (1)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cambios sustanciales en acuíferos (2)	●	●				●	●	●	●	●	●	●
Olas de período largo en agua estancada (3)												
Olas en agua estancada de temblores locales						●	●	●	●	●	●	●
Agua de lagos enturbada (4)							○	○	○	○	○	○
Flujo de manantiales afectados (5)					○	○	○	○	○	○	○	○
Flujo de manantiales que comienza o para						●	●	●	●	●	●	●
El agua se sale de los lagos												
EFECTOS EN LADERAS												
Movimiento de laderas pedregosas						●	●	●	●	●	●	●
Pequeños deslizamientos (6)						●	●	●	●	●	●	●
Pequeñas caídas de rocas (7)						●	●	○	○	○	○	○
Deslizamientos y desprendimientos masivos							●	●	●	●	●	●
EFECTOS EN LLANURAS												
Pequeñas grietas en el suelo												
Fisuras grandes en el suelo								●	●	●	●	●
OTROS PROCESOS COMPLEJOS												
Deslizamientos con componente hidrológica (8)						●	●	●	●	●	●	●
Licuefacción (9)							●	●	●	●	●	●

LEYENDA	
●	RANGO DE INTENSIDAD MAS USUAL
○	INTENSIDAD TAMBIÉN TÍPICA
.....	POSIBLE RANGO DE OBSERVACIÓN
→	RANGO POTENCIAL EN CASOS EXTREMOS

NOTAS
(1) Sólo detectado por instrumentos automáticos
(2) Cambios fácilmente observables
(3) Resultado de terremotos lejanos; puede inducir turbiedad
(4) Por alteración de los sedimentos del fondo
(5) Algunas veces puede salir el agua turbia
(6) Tanto en terrenos naturales (bancos de río, etc) como en artificiales (desmontes en carreteras)
(7) En acantilados o canteras artificiales
(8) Deslizamientos con fuerte componente hidrológica
(9) Formación de conos de eyección de arena, etc.

LA ASIGNACIÓN DE GRADO DE INTENSIDAD A PARTIR DE REGISTROS HISTÓRICOS.

Aunque por el término “registro histórico”, entendemos aquellas descripciones anteriores al período instrumental (1900), las siguientes indicaciones siguen siendo plenamente válidas para el estudio de sismos actuales sobre la base de testimonios escritos, normalmente notas de prensa, de trascendencia fundamental para asignar correctamente grados de intensidad.

Se suele emplear el término “*Documentación*” para diferenciar estos escritos de las encuestas macrosísmicas auspiciadas por sismólogos. Y en este concepto incluiremos todos los datos que tengamos de un sismo, independientemente de la época en que éste haya ocurrido.

Los registros históricos no suelen incluir excesivas descripciones de daños en los edificios de viviendas del pueblo, sino más bien, describen los efectos del sismo sobre edificios singulares de la época, como pueden ser murallas, torres de iglesias o castillos. Por una parte, el carácter simbólico y cultural de estos edificios origina este hecho. Pero no podemos olvidar que, aunque estos edificios emplean mejores materiales, mano de obra más cualificada, y técnicas constructivas más depuradas, no es menos cierto que la complejidad estructural de estos edificios implica que sean más vulnerables que una simple vivienda de adobe, por lo menos en elementos singulares, como campanarios o torres. Son comunes descripciones de daños como caídas de revestimientos o adornos de torres. Se debe cuidar de no sobre-estimar dichos efectos, debido a la alta vulnerabilidad de estos elementos.

Con respecto a los edificios ordinarios, estaríamos hablando de clase de vulnerabilidad A o B, incluso C o D en el caso de estructuras de madera. Conocemos poco de la construcción popular anterior al siglo XVII. Evidentemente

sabemos que los edificios deberían estar contruidos con materiales cercanos. Dependiendo de la zona geográfica, estaríamos hablando de edificios de madera, adobe, mampostería, etc.

Se suele dar por supuesto que la calidad constructiva en el medio urbano era superior que en el rural, por lo que se suele emplear la clase A para edificios rurales, mientras que se usa la B para edificios de entornos urbanos.

Necesitamos conocer el porcentaje de edificios dañados, no sólo los edificios dañados, sino también los que no han sido dañados. Esto implica con frecuencia tener que recurrir a otras fuentes como estudios demográficos, censos de época, registros parroquiales, etc. Esto implica una gran incertidumbre en estos datos, pero que siempre resultan útiles.

ASPECTOS DERIVADOS DEL USO DE LAS ESCALAS DE INTENSIDAD

El concepto de intensidad sísmica, de gran valor, puede introducir diversos aspectos dudosos en su uso no del todo correcto, que se deben considerar en cada caso.

Por ejemplo, ha sido normal en los diversos catálogos extrapolar valores de intensidad a partir de unos valores conocidos. Se deben indicar claramente estos casos. En general siempre deberá estar claro que datos son reales y cuales son deducidos a partir de la lógica.

Un campo de investigación aún abierto es la correlación entre la intensidad de un terremoto y parámetros como la aceleración sísmica del terreno. Relaciones de este tipo permiten un cálculo estructural más sencillo y una “objetivación” del concepto de intensidad. Estos y otros resultados, como relaciones entre intensidad y magnitud, siguen estando abiertos a la investigación, por lo que los diversos datos que se obtienen deben ser considerados con la debida prudencia. En el apartado correspondiente se señalan las características de la Magnitud Momento, concepto aplicado en este momento con frecuencia en los cálculos de riesgo sísmico.

Como hemos indicado, la EMS-98 es una evolución de otras escalas de intensidad. Esto nos obligará a convivir con catálogos realizados con otros valores de referencia, por lo que se deben realizar las debidas modificaciones.

Hoy en día es relativamente habitual simplificar los efectos de un sismo en una población importe a unas pocas decenas de encuestras macrosísmicas. Desde un punto de vista estadístico el procedimiento de selección de estas encuestas deja bastante que desear y es deseable que se introduzcan en este campo procedimientos propios de ciencias sociales.

Evidentemente este hecho es aún más palpable en el caso de sismos históricos, donde, con frecuencia, es necesario catalogar un sismo a partir de una breve noticia de prensa. En esta situación se deben extremar las cautelas en el momento de establecer los grados de intensidad, en función de la fiabilidad de la fuente, número de efectos descritos, etc.

A2 - GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **ACELEROGRAMA** (Accelerogram).- Dícese al registro de la aceleración en función del tiempo. Puede ser *analógico* (analogue accelerogram) si el acelerograma es producido por un *acelerógrafo óptico-mecánico* y *digital* (Digital accelerogram) si el acelerograma esta en forma de valores numéricos tiempo-aceleración, obtenido de un *acelerógrafo digital*.
- **ACELERACIÓN** (Acceleration).- Aumento de la velocidad del movimiento del suelo en función del tiempo.
- **ACELEROGRAFO** (Accelerograph).- Instrumento que registra la aceleración del suelo en función del tiempo en el campo cercano.
- **ACELERÓGRAFO DIGITAL** (digital accelerograph).- Acelerógrafo que permite el registro directo de la aceleración del suelo en forma digital.
- **ACELERÓGRAFO ÓPTICO-MECÁNICO** (optical-mechanical accelerograph).- Acelerógrafo que registra la aceleración del suelo en película o papel fotográfico.
- **ACELEROGRAMA** (Accelerogram).- Dícese al registro de la aceleración del suelo en función del tiempo. Puede ser *analógico* (analogue accelerogram) si el acelerograma es producido por un *acelerógrafo óptico-mecánico* y *digital* (digital accelerogram) si el acelerograma esta en forma de valores numéricos tiempo-aceleración, producido por un *acelerógrafo digital*.
- **AMORTIGUAMIENTO** (Damping).- Pérdida de energía de un sistema vibratorio.
- **ANOMALIA GRAVIMÉTRICA**.- Se llama así a la diferencia de gravedad de un punto sobre la superficie de la tierra respecto a la teórica sobre el elipsoide. Se

emplea este concepto sobre todo para analizar la profundidad de la corteza de la tierra en un determinado punto.

- **ANOMALIA GRAVIMÉTRICA DE AIRE LIBRE.**- Se llama así a la anomalía de gravedad, considerando que entre el punto de la superficie y el elipsoide hay aire (no hay masa). Reflejan normalmente la topografía de la zona analizada.
- **ANOMALIA GRAVIMÉTRICA DE BOUGUER.**- Se llama así a la anomalía de gravedad, considerando que entre el punto de la superficie y el elipsoide hay una placa infinita de una cierta densidad. Refleja el espesor total de la corteza, o de la topografía de la superficie entre corteza y manto (Moho).
- **ASTENOSFERA** (Asthenosphere).- Parte del manto desde una profundidad de 100 a 250-300 km. y no es tan fuerte ni dura como la *Litosfera*. En esta zona las rocas del manto se deforman en respuesta a las fuerzas aplicadas del orden de 100 MPa. y probablemente se encuentre en estado de fusión parcial.
- **ATENUACIÓN** (Attenuation).- Descripción de la energía sísmica con la distancia desde la fuente sísmica.
- **AZIMUT DE ESTACIÓN** (Azimuth).- Angulo que forma el vector desde el epicentro del sismo a la estación, medido en el sentido horario a partir del norte geofísico.
- **AZIMUT DE FALLA** (Strike).- Angulo que forma la traza de una falla en la superficie con el norte geográfico y puede variar entre 0° a 360° en el sentido horario.
- **BENIOFF, ZONA DE** (Benioff zone).- Dícese a una zona estrecha definida por la distribución de los focos de terremotos y que desciende desde la superficie bajo la corteza terrestre con ángulos que varían entre 30° y 80°. Característica propia de los arcos insulares, observada por el sismólogo Hugo Benioff.

- **BUZAMIENTO** (Dip.).- Angulo de máxima inclinación que forma el plano de falla con la horizontal.
- **CAÍDA DE ESFUERZOS** (Stress drop).- Reducción súbita de los esfuerzos a través de un plano de falla durante la ruptura. Diferencia entre los esfuerzos de corte actuando en el plano de falla antes y después de un terremoto.
- **CAMPO CERCANO** (Near field).- Area alrededor de una fuente sísmica delimitada por una distancia desde la falla comparable con la dimensión máxima de ruptura.
- **CAMPO LEJANO** (Far field).- Zona alejada de la fuente sísmica donde se puede considerar la fuente como un punto.
- **CICLO SÍSMICO** (Seismic cycle).- Define el periodo de tiempo entre la ocurrencia de terremotos sucesivos en una fuente sismogénica (falla) y los procesos físicos que generan estos terremotos.
- **COMPENSACIÓN ISOSTÁTICA** (Isostatic compensation).- Medio por el cual se equilibran las diferencias de altura de partes de la corteza terrestre, bien por "raíces" debajo de ellas o bien por variaciones de densidad. También define al movimiento vertical en la corteza terrestre causado por la falta de equilibrio isostático, por ejemplo un aumento del nivel de la superficie del terreno después de haber eliminado el peso de una sábana de hielo.
- **CORDILLERA CENTRO-OCEÁNICA** (Mid Ocean ridge).- Alineación de tierra elevada en el fondo del Océano que se extiende por cientos de kilómetros y que tiene la forma de una cadena montañosa con un valle de rift central.
- **CORTEZA** (Crust).- Parte de la Tierra por encima de la discontinuidad de Mohorovicic. Es menos densa que el manto. La corteza continental de las grandes regiones terrestres presenta mayor espesor, menos densa y más vieja que la corteza oceánica.

- **CORTEZA CONTINENTAL** (Continental crust).- La corteza en zonas continentales, que incluye áreas de tierras secas, lagos y las plataformas continentales.
- **CORTEZA OCEÁNICA** (Oceanic crust).- La corteza que existe al fondo del Océano profundo.
- **DEFORMACIÓN** (Strain).- Son los cambios habidos en tamaño y forma producidos en rocas y otros materiales por presión o tensión.
- **DERIVA CONTINENTAL** (Continental drift).- Esta teoría explica que los actuales continentes han sido generados por el rompimiento de un gran continente y luego se han desplazado hasta sus actuales posiciones.
- **DESLIZAMIENTO ASÍSMICO** (Aseismic slip).- Movimiento relativo entre las dos caras de una falla geológica sin la generación de sismos; también conocido como resbalamiento de falla.
- **DESLIZAMIENTO DE FALLA** (Fault slip).- El movimiento relativo entre las dos caras de una falla geológica.
- **DISCONTINUIDAD** (Discontinuity).- Capa o límite dentro de la Tierra que separa partes de la misma que tienen diferentes propiedades, por ejemplo propiedades sísmicas.
- **DISCONTINUIDAD DE CONRAD** (Conrad discontinuity).- Dícese a la frontera entre la capa granítica y la capa basáltica en la corteza continental.
- **DISCONTINUIDAD DE GUTENBERG** (Gutenberg discontinuity).- Límite que separa el manto del núcleo a una profundidad de cerca de 2900 km. por debajo de la superficie de la Tierra. La velocidad de las ondas sísmicas es diferente arriba y abajo de la discontinuidad de Gutenberg.

- **DISCONTINUIDAD DE MOHOROVIČIĆ** (Moho discontinuity).- Límite que separa la corteza del manto. El Moho está a 20-40 km. por debajo de la superficie de los continentes y cerca de 10 km. por debajo del fondo oceánico. Existe una diferencia entre las velocidades de las ondas sísmicas por encima y por debajo del Moho.
- **DISTANCIA EPICENTRAL** (Epicentral distance).- Define la longitud del círculo máximo entre el epicentro y una estación de registro, medida en grados o km. (1 grado \approx 111.11 km.).
- **DIVERGENCIA, ZONA DE** (Zone of divergence).- Llamado margen constructivo; región donde dos placas se apartan una de la otra, por ejemplo la cresta central del Atlántico. El nuevo material litosférico se forma en estas regiones.
- **ENJAMBRE** (Swarm).- Serie de muchos sismos pequeños en un periodo corto sin un sismo principal o de magnitud mayor.
- **EPICENTRO** (Epicentre).- Define el punto sobre la superficie de la tierra, directamente por encima del foco de un terremoto.
- **ESCUDO** (Shield).- Superficie de rocas ígneas y metamórficas muy viejas, de la edad Pre-Cámbrica que no han sido plegadas o deformadas desde tiempos Pre-Cámbricos. Ejemplo, el escudo Brasileño.
- **ESPECTRO DE FOURIER** (Fourier spectra).- Valores de amplitud versus frecuencia de movimientos armónicos, empleados para describir un análisis en el tiempo (transformación de Fourier).
- **ESPECTRO DE RESPUESTA** (Response Spectra).- Describe la máxima respuesta de un sistema con un único grado de libertad a un determinado movimiento del suelo en función del período y de la amortiguación del sistema. Las respuestas pueden ser pseudo aceleraciones, pseudo velocidades o desplazamientos relativos. Se pueden representar juntas en una escala logarítmica tripartida.

- **ESTACIÓN** (Station).- La ubicación de un instrumento para registrar sismos, sea sismógrafo o acelerógrafo.
- **FALLA ACTIVA** (Active fault).- Define a una fractura geológica a lo largo de la cual se ha producido un desplazamiento de dos bloques adyacentes en tiempos históricos o donde se han localizado focos de terremotos. El desplazamiento puede ser de milímetros a centenas de kilómetros.
- **FALLA DE CABALGAMIENTO** (Underthrust fault).- Define a un tipo de falla cuya característica principal es su ángulo pequeño de buzamiento (ejemplo, sistema de falla de Moyobamba).
- **FALLA DE TRANSFORMACIÓN** (Transform fault).- Sinónimo de la Falla de desgarre (Strike-slip fault). Falla a lo largo de la cual dos placas se desplazan una después de la otra, sin que se forme o destruya la litosfera. Una falla típica de transformación es una falla rumbo-deslizante normal a los estratos que corta a través de una loma central de océano, llamada dorsal meso-oceánico.
- **FALLA DEXTRAL** (Right-lateral fault).- Define un tipo de falla de desgarre a lo largo de la cual el bloque más lejano a un observador se ha movido hacia la derecha.
- **FALLA INACTIVA** (Inactive fault).- Falla geológica a lo largo de la cual no hay indicios de deslizamiento en tiempos históricos y ningún foco ha sido localizado en ella.
- **FALLA INVERSA** (Thrust fault).- Fractura geológica en la cual uno de los bloques se ha movido hacia arriba con respecto al otro bloque. Este tipo de falla debe su origen a la presencia de fuerzas compresivas que actúan perpendiculares a la traza de falla (falla de cabalgamiento).

- **FALLA NORMAL** (Normal fault).- Fractura geológica en la cual uno de los bloques se ha movido hacia abajo con respecto al otro bloque. Este tipo de falla debe su origen a la presencia de fuerzas extensivas que actúan perpendicular a la traza de falla.
- **FALLA SINISTRAL** (Left-lateral fault).- Define un tipo de falla de desgarre a lo largo de la cual el bloque más lejano a un observador se ha movido hacia la izquierda.
- **FASE CO-SÍSMICA** (Co-seismic phase).- Periodo del ciclo sísmico en el que ocurre el terremoto.
- **FASES DE PROFUNDIDAD** (Depth phases).- Fases sísmicas asociadas con una reflexión en la superficie de la Tierra, pP y sS. Estas fases, son frecuentemente utilizadas para determinar la profundidad del foco de los terremotos.
- **FASE INTER-SÍSMICA** (Inter-seismic phase).- Periodo del ciclo sísmico durante el cual se acumula la deformación elástica.
- **FASE POST-SÍSMICA** (Post-seismic phase).- Periodo del ciclo sísmico después de ocurrido el terremoto, debido a la respuesta visco-elástica de la parte inferior de la litosfera.
- **FASE PRE-SÍSMICA** (Pre-seismic phase).- Periodo de ciclo sísmico justo antes de la ocurrencia del terremoto.
- **FASE SÍSMICA** (Earthquake phase).- Diferentes tipos de ondas sísmicas registradas en una estación sísmica. Ondas sísmicas que han recorrido trayectos diferentes dentro de la Tierra, debido a la refracción y a la reflexión de las mismas.
- **FOCO O HIPOCENTRO** (Focus, Hypocenter).- Punto en el interior de la Tierra en donde se produce el terremoto o desde el cual se produce la liberación de energía.

- **FOSA OCEÁNICA** (Ocean trench).- Trinchera en el suelo oceánico en una zona de subducción donde la corteza oceánica desciende por debajo de la corteza continental.
- **GEOSISMOLOGÍA** (Geosismology).- Estudio de los efectos de un terremoto sobre el entorno geográfico.
- **GONDWANA** (Gondwana land).- Supercontinente que se cree ha existido en el hemisferio sur hasta el cretácico. Se componía de América del Sur, África, Arabia, Madagascar, India, Sri Lanka, Australia, Nueva Zelanda y Antártico.
- **HIPOCENTRO** (Hypocenter).- Ver *foco*.
- **INGENIERÍA SÍSMICA** (Earthquake engineering).- La aplicación de los conocimientos de los sismos y las vibraciones del suelo al diseño y la construcción de obras civiles y obras públicas para proporcionar protección a vidas y a recursos en caso de un terremoto.
- **INTENSIDAD** (Intensity).- Escala de medida de un terremoto en función de los daños que produce en una determinada localización. Estas escalas se catalogan en función de cómo el terremoto es sentido, los daños en las construcciones, como reacciona la gente, efectos en el suelo, etc. Históricamente han existido varias escalas para medir los efectos de un terremoto, las mas empleadas hoy en día son la de *Mercalli* y la *EM-98*.
- **INTERVALO DE RECURRENCIA** (Recurrence interval).- Tiempo medio entre dos eventos (por ejemplo terremotos).
- **ISOSISTA** (Isoleismal).- Curva en un mapa mostrando lugares de igual nivel de intensidad.
- **ISOSTASIA** (Isostasy).- Teoría en que la corteza terrestre está próxima a un estado de equilibrio sin tendencia a desplazarse hacia arriba o abajo. Los grandes bloques

de la corteza se comportan como bloques que flotan en un líquido. Principio del equilibrio de la corteza.

- **LAGUNA SÍSMICA** (Seismic gap).- Área o zona en donde existe una falta temporal de actividad sísmica.
- **LAURASIA** (Laurasia).- Supercontinente que se cree que ha existido en el hemisferio norte en alguna época antes del terciario. Se componía de América del Norte, Groelandia y Eurasia (Europa y Asia).
- **LICUEFACCIÓN** (Liquefaction).- Proceso geotécnico que se produce durante un terremoto en suelos arenosos anegados, donde el terreno se convierte en fluido, provocando sifonamientos y eyecciones de arena.
- **LIMITE DE PLACA** (Plate boundary).- Línea de contacto entre dos placas. Los límites de placas están marcados, principalmente por la actividad sísmica.
- **LITOSFERA** (Lithosphere).- Dícese a la parte rígida más exterior de la Tierra que está compuesta por la corteza y la parte superior del manto hasta una profundidad del orden de 100 km. La litosfera es más dura que la Astenosfera.
- **MAGNITUD** (Magnitude).- Escala de medida de un terremoto en función de la energía liberada. La magnitud fue definida por C. Richter en 1935 como: "El logaritmo de la medida de amplitud en 0.001 mm en un sismógrafo Wood-Anderson estándar situado a 100 km del epicentro". El sismógrafo Wood-Anderson mide la respuesta en un período cercano a un segundo. Se han desarrollado otras escalas de magnitud basadas en medir otros rangos de períodos y en máximas amplitudes de formas específicas de onda.
- **MAGNITUD MB** (Body Wave Magnitude).- Se basa en la mayor de las amplitudes de las ondas internas, usualmente las de componente de compresión con períodos cercanos a un segundo.

- **MAGNITUD *ML*** (Local Magnitude).- Similar a la magnitud Richter original. Se determina usualmente por la respuesta de las ondas de corte en un período cercano a un segundo, a relativamente cortas distancias del epicentro (< 600 km).
- **MAGNITUD *MS*** (Surface Wave Magnitude).- Medida en un período cercano a 20 segundos.
- **MAGNITUD *Mw*** (Moment Magnitude).- Basada en el momento sísmico y se puede computar directamente a partir de parámetros de las componentes de período largo en los registros del terremoto. También se emplea el Símbolo *M* para indicar esta magnitud. Hoy en día se viene empleando este concepto para computar cálculos de Riesgo Sísmico.
- **MANTO** (Mantle).- Parte de la Tierra entre la corteza y el núcleo, ósea entre el Moho y la discontinuidad de Gutenberg. Probablemente esté constituida por MgO y SiO₂, con Sodio, Calcio y Aluminio.
- **MAREMOTO** (Seismic sea wave, tidal wave).- Onda larga del océano, generalmente causadas por movimiento del suelo oceánico durante un terremoto. Estas olas alcanzan alturas hasta 20 m. sobre el nivel medio del mar. La altura de estas olas que en mar abierto es casi imperceptible puede tomar en las costas dimensiones catastróficas dependiendo de la configuración de estas últimas. Estas olas se llaman Maremotos o Tsunamis, este último término, derivado del japonés, es el que ha sido aceptado casi universalmente en todas las lenguas.
- **MARGEN DE PLACA** (Plate margin).- Borde de una placa. En los márgenes de placas se localizan la mayoría de los terremotos, además de la actividad volcánica y tectónica. Existen tres tipos: márgenes constructivos, en los cuales se está formando nueva corteza; márgenes destructivos, en los cuales una placa se hunde debajo de otra y márgenes conservadores en las cuales las placas se limitan a desplazarse una con relación a la otra.

- **MECANISMO FOCAL** (Focal mechanism).- Mecanismo de falla obtenido a través de una solución de falla plana. Indica que forma se ha producido el choque de ambas caras de una falla cuando se produce un terremoto. Se representa un un círculo.
- **MESOSFERA** (Mesosphere).- Parte del manto por debajo de la Astenosfera, o sea, desde una profundidad de 250-300 km. hasta el núcleo.
- **MICROSISMOS** (Microseismics).- Perturbaciones continuas registradas en los sismógrafos y son debidas a una variedad de causas. Gran parte de estas perturbaciones están asociadas con fenómenos meteorológicos sobre el océano, como, zonas de baja presión, ciclones tropicales, etc.
- **MICROTERREMOTOS** (Micro earthquakes).- Terremotos muy pequeños detectables solamente con aparatos muy sensibles situados a muy corta distancia de su origen y pueden estar asociados a procesos de ajuste en las capas superiores de la corteza terrestre o a corrimientos muy pequeños de las fallas.
- **MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA** (Seismic microzonation).- La división de una ciudad en áreas de diferentes niveles de peligrosidad sísmica según características locales como geología superficial y la topografía.
- **MOHO** (Moho).- Ver *Discontinuidad de Mohorovicic*.
- **MOMENTO SÍSMICO** (Seismic Moment).- Se define como la rigidez de una determinada roca fracturada por el área de falla que produce la rotura. Se puede determinar igualmente a partir de las componentes de largo período de registros sísmicos.
- **NÚCLEO** (Core).- Parte central de la Tierra, por debajo de la discontinuidad de Gutenberg, a una profundidad de cerca de 2900 km. El núcleo está compuesto casi totalmente por hierro, y puede dividirse en núcleo exterior, (líquido); y núcleo

interior (sólido) a una profundidad de 5100 Km. La densidad del núcleo es el doble de la densidad del manto.

- **OBSERVACIÓN MACROSÍSMICA** (Macroseismic observation).- Observación de los efectos de los terremotos en el campo, sin hacer uso de instrumentos que registran la vibración del suelo.
- **ONDA P** (P - Wave).- Ondas sísmicas en las cuales el movimiento de la partícula se realiza en la misma dirección en la cual se propagan las ondas. Las ondas P son de alta frecuencia y longitud de onda corta.
- **ONDA Rayleigh** (Rayleigh Wave).- Onda superficial del suelo solo en el plano vertical conteniendo la dirección de propagación de la onda. Estas ondas solo están presentes en terremotos con foco a profundidad superficial y son de baja frecuencia y longitud de onda larga.
- **ONDA S** (S- Wave).- Ondas sísmicas en las cuales el movimiento de la partícula está a 90° de la dirección de propagación de las ondas. Las ondas S son de baja frecuencia y longitud de onda larga.
- **ONDAS INTERNAS** (Body waves).- Nombre colectivo para las ondas P y las ondas S.
- **ONDAS Love** (Love waves).- Onda superficial con movimiento solo horizontal de corte normal a la dirección de propagación. Las ondas Love son de baja frecuencia y longitud de onda larga.
- **ONDAS SÍSMICAS** (Seismic Waves).- Ondas elásticas que se propagan dentro de la tierra, generadas por un terremoto o explosión.
- **ONDAS SUPERFICIALES** (Surface waves).- Ondas sísmicas que solo se propagan en la superficie de la Tierra. Ondas Rayleigh y Love.

- **PALEOSISMOLOGÍA** (Paleoseismology).- Parte de la sismología que se encarga de buscar evidencias de terremotos en épocas lejanas en el tiempo, sobre la base de los efectos de éstos en los estratos que se encuentran en excavaciones arqueológicas o cuevas.
- **PANGEA** (Pangaea).- Supercontinente formado por Gondwana y Laurasia. La Pangea empezó a romperse hace aproximadamente 200 millones de años en el Jurásico.
- **PELIGROSIDAD SÍSMICA** (Seismic Hazard).- Define la probabilidad de que haya un movimiento fuerte de cierta intensidad en un lugar dentro de un periodo de tiempo especificado.
- **PERIODO DE RETORNO** (Return period).- Define el lapso de tiempo promedio entre las ocurrencias de terremotos con un determinado rango de magnitud; es igual a la recíproca de la frecuencia de ocurrencia.
- **PLACA** (Plate).- Parte de la superficie terrestre que se comporta como una unidad rígida simple. Las placas tienen de 100 a 150 km. de espesor. Están formadas por la corteza continental o corteza oceánica o por ambas, encima del manto superior. Las placas se mueven con relación al eje de la Tierra y de unas a otras. Existen 7 grandes placas (Africana, Euroasiática, Indo-Australiana, Pacífica, Norteamericana, Sudamericana y Antártica) y varias más pequeñas.
- **PRECURSORES** (Foreshocks).- Terremotos de magnitud pequeña que anteceden a un terremoto de magnitud elevada. Sin embargo, esto no ocurre con regularidad para ser utilizado como un modo de predecir terremotos grandes.
- **PREDICCIÓN de terremotos** (Prediction of earthquakes).- Estudios conducentes a analizar los signos que se producen antes de un terremoto con el fin de poder predecir su ocurrencia en tiempo, lugar y magnitud.
- **PSUDO ACELERACIÓN** (Pseudo acceleration PSA).- Ver *espectro de respuesta*.

- **PSUDO VELOCIDAD** (Pseudo velocity PSV).- Ver *espectro de respuesta*.
- **REBOTE ELASTICO** (Elastic rebound).- La teoría de generación de los terremotos que propone que las fallas permanecen fijas mientras se acumulan los esfuerzos lentamente en las rocas vecinas y luego se desplazan súbitamente.
- **RECURRENCIA** (Recurrence).- La relación entre la magnitud y la frecuencia de ocurrencia de los sismos en una región.
- **RÉPLICAS** (Aftershocks).- Terremotos de magnitud pequeña que siguen a un terremoto de magnitud elevada. Algunas series de réplicas duran largo tiempo como la que siguió al terremoto de Alaska de 1964 con más de un año de duración. La frecuencia de réplicas disminuye más o menos rápidamente con el tiempo.
- **RIESGO SÍSMICO** (Seismic Risk).- Probabilidad por vulnerabilidad. La probabilidad de ocurrencia de un terremoto de unas determinadas características en un determinado período de tiempo. Se puede expresar en términos de coste económico, pérdida de vidas o daños medioambientales para un determinado período de retorno.
- **SATURACIÓN INSTRUMENTAL** (Clipping).- Pérdida de información en los extremos de un registro sísmico cuando la amplitud del mismo excede el límite del registrador o la máxima deflexión del galvanómetro.
- **SEAQUAKE** (Sequake).- Dícese a la sensación de un sismo en un barco debido a la propagación de ondas P en el agua.
- **SEICHE** (Seische).- Ola inducida en el agua de lagos, estanques y pantanos, como resultado de alteraciones producidas por las ondas sísmicas superficiales, debidas a terremotos importantes que se producen a grandes distancias de estas zonas.
- **SIAL** (Sial).- Define las partes de la corteza terrestre formada por rocas conteniendo Sílice y Aluminio.

- **SIMA** (Sima).- Define las partes de la corteza terrestre formada por rocas conteniendo Sílice y Magnesio.
- **SISMICIDAD** (seismicity).- Término con el que se expresa la actividad sísmica en un determinado territorio.
- **SISMO** (earthquake).- Ver *terremoto*.
- **SISMOSCOPIO** (Seismoscope).- Instrumento que registra el movimiento del terreno en un sismograma sin señales o marcas de tiempo.
- **SISMÓGRAFO** (Seismograph).- Instrumento que registra los movimientos de la superficie de la Tierra en función del tiempo y que son causados por ondas sísmicas (terremotos).
- **SISMÓGRAFO DE BANDA ANCHA** (Broad-band seismograph).- Sismógrafo que tiene su respuesta casi constante en un rango amplio de frecuencias, entre 0.08 - 10 Hz.
- **SISMÓGRAFO ELECTROMAGNÉTICO** (Electromagnetic seismograph).- Sismógrafo en el que el movimiento del sismómetro se realiza por la resistencia de un galvanómetro a una corriente generada por el movimiento de una bobina dentro del campo de un imán permanentemente.
- **SISMOGRAMA** (Seismogram).- Define al registro producido por un sismógrafo.
- **SISMOLOGÍA** (Seismology).- Ciencia que estudia los terremotos, fuentes sísmicas y propagación de ondas sísmicas a través de la Tierra.
- **SISMÓMETRO** (Seismometer).- Componente principal de un sismógrafo, sensor que responde al movimiento del suelo.

- **SUBDUCCIÓN, ZONA DE** (Subduction zone).- Dícese al proceso en la cual una placa tectónica de tipo oceánica desciende hacia el interior de la tierra por debajo de una placa continental.
- **TECTÓNICA** (Tectonics).- Adjetivo para referirse a la estructura de la superficie de la Tierra y a las fuerzas y deformaciones de la misma.
- **TELESISMO** (Teleseismic).- Define a los terremotos que ocurren a distancias mayores a 1000 km. y son registrados por sismógrafos muy sensibles.
- **TERREMOTO** (Earthquake).- Movimiento repentino de parte de la corteza terrestre o sacudida producida en la corteza terrestre o manto superior. Un terremoto puede ser causado por el movimiento a lo largo de una falla o por actividad volcánica.
- **TERREMOTO DE DISEÑO** (Design earthquake).- Terremoto teórico empleado en un determinado emplazamiento para cálculo estructural.
- **TERREMOTO ENDÓGENO**.- Terremoto ocurrido dentro de un determinado terremoto objeto del estudio en cuestión.
- **TERREMOTO EXÓGENO**.- Terremoto ocurrido fuera de un determinado terremoto objeto del estudio en cuestión, pero que produce efectos en este territorio. Por ejemplo, el terremoto de Lisboa de 1755 se sintió en la práctica totalidad de Europa. Evidentemente sólo aparece catalogado en la Península Ibérica.
- **TERREMOTO INTERMEDIO** (Intermediate earthquake).- Terremoto cuyo foco se localiza a una profundidad entre 60-350 km.
- **TERREMOTO LOCAL** (Local earthquake).- Define a los terremotos que ocurren a distancias menores a 1000 km.

- **TERREMOTO PROFUNDO** (Deep earthquake).- Terremoto cuyo foco se localiza a una profundidad mayor a 350 km. y donde el material esta sometido a altas presiones y temperaturas no siendo probable ser explicado en términos de una simple fractura.
- **TERREMOTO SUPERFICIAL** (Shallow earthquake).- Terremoto cuyo foco se localiza a una profundidad menor a 60 km. y están asociados directamente a los movimientos relativos de los lados de una falla y a veces pueden ser observadas en superficie.
- **TERREMOTO TECTÓNICO** (Tectonic earthquake).- Terremoto que es el resultado de la liberación súbita de la energía acumulada por la deformación de la corteza terrestre y que dan origen a la formación de los continentes y montañas.
- **TERREMOTO VOLCÁNICO** (Volcanic earthquake).- Dícese al terremoto asociado con un movimiento de magma.
- **TIEMPO ORIGEN** (Origen Time).- Momento en el cual se produce el terremoto o se inicia la ruptura de la falla. Frecuentemente, el tiempo origen es dado en la Hora Universal (GMT).
- **TSUNAMI** (Tsunami).- Ver maremoto.
- **VIDA ÚTIL** (Design life).- Define el periodo de tiempo durante el cual está previsto el uso de una construcción.
- **VULNERABILIDAD** (Vulnerability).- Define la probabilidad de que una estructura sufra daños cuando se somete a un movimiento fuerte (ejemplo, terremoto) de cierta intensidad.
- **ZONA DE SOMBRA** (Shadow zone).- Rango de distancias epicentrales en el que las ondas P se registran con amplitudes reducidas debido a la reflexión y la refracción en el núcleo.

- **ZONIFICACIÓN SÍSMICA** (Seismic zoning).- Mapa de una región que indica áreas donde el nivel de peligrosidad sísmica es casi constante o donde se exigen los mismos criterios para el diseño sismorresistente.

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I. REVISIÓN DEL CATÁLOGO SÍSMICO GALLEGO

0 - PRÓLOGO

- Agradecimientos y dedicatorias
- Sumario / Summary
- Introducción y Notas previas
- Objetivos generales
- Cuestiones metodológicas
- Programas informáticos empleados
- Otras tesis elaboradas en España sobre sismicidad regional

1 – CONCEPTOS Y CONOCIMIENTOS PREVIOS

- Conceptos sismológicos básicos
 - Breve historia de la sismología
 - La antigüedad. Hipótesis mitológicas
 - Los filósofos clásicos
 - La Edad Media
 - La Modernidad
 - La teoría tectónica
 - La geografía sismológica
 - Magnitud
 - Distintos tipos de magnitud
 - Geometría de falla y momento sísmico
 - La energía
 - Intensidad. Concepto y escalas

Riesgo sísmico

Determinación de los parámetros de un terremoto a partir de datos macrosísmicos

Epicentro

Intensidad epicentral

Magnitud macrosísmica

Estimación de la profundidad focal

Atenuación de la intensidad

Relaciones con parámetros dinámicos del terreno

Conceptos básicos geológicos

Geotectónica

Estructura interna de la Tierra

Tectónica de Placas, la deriva continental

La teoría integrada de la tectónica de placas

Fallas. Tipos.

Las Edades Geológicas

Precámbrico

Paleozoico

Mesozoico

Cenozoico

2 - ENCUADRE GEOLÓGICO GALLEGO

Origen de la geomorfología gallega

Elementos geológicos de la Comunidad gallega

Principales estructuras tectónicas

3 – SISMICIDAD Y PELIGROSIDAD SÍSMICA GALLEGA

Análisis pioneros en la sismicidad gallega

Tratamiento en la norma PDS-1

Tratamiento en la norma NCSE-94

Últimos estudios sobre sismicidad gallega.

4 - LA CATALOGACIÓN SÍSMICA

La importancia de los catálogos sísmicos

Los principales catálogos sísmicos españoles

La situación actual del catálogo sísmico en Galicia. La importancia de su revisión

Catálogos informáticos. La importancia de Internet en sismicidad.

5 - IMPORTANCIA DE LA PRENSA EN LA SISMICIDAD HISTÓRICA

La prensa en los diversos catálogos sísmicos españoles

Tipos de estudios sobre sismicidad en la prensa escrita

Prensa histórica. Análisis

Discontinuidades temporales

Fiabilidad

Problemas del lenguaje

Ambigüedad en los textos

Omisiones deliberadas

Atenuaciones informativas

Falsedades y bromas

Errores geográficos

Errores cronológicos

Efectos sísmicos

La tecnología de la transmisión

Primera mitad del siglo XIX

Posterior a 1860

La prensa española

La prensa gallega

Un recorrido histórico por la prensa gallega

Guerra de la Independencia (1808-1833)

Período Isabelino (1833-1868)

Sexenio Revolucionario (1868-1874)

Restauración (1875-1923)

Dictadura de Primo de Rivera (1923-1931)

Segunda República (1931-1936)

Guerra Civil y Dictadura franquista (1936-1975)

Transición y Democracia (1975-hoy)

Reseña histórica de los principales periódicos gallegos

Faro de Vigo (1853)

El Correo Gallego (1878)

La Voz de Galicia (1882)

Datos estadísticos y características diferenciadoras de la prensa gallega

6 - LOS TERREMOTOS GALLEGOS

Terremotos históricos (anteriores al s. XIX)

El megasismo de Lisboa de 1-11-1755

Otros sismos posteriores al de Lisboa en el siglo XVIII

Terremotos en la primera mitad del siglo XIX

Terremotos en la segunda mitad del siglo XIX

Década 1851-1860

Década 1861-1870

Década 1871-1880

Década 1881-1890

Década 1891-1900

Terremotos en la primera mitad del siglo XX

Década 1901-1910

Década 1911-1920

Década 1921-1930

Década 1931-1940

Década 1941-1950

Terremotos en la segunda mitad del siglo XX

Década 1951-1960

Década 1961-1970

Década 1971-1980

Década 1981-1990

Década 1991-1999

La serie sísmica de Sarria-Becerreá

Publicación Web

7 – ANÁLISIS DE DATOS NUMÉRICOS Y ESTADÍSTICOS

8 - CONCLUSIONES

Conveniencia y oportunidad

Resultados

Conclusiones

Nuevas líneas de investigación

9 - BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Sitios Web.

A - ANEJOS

A1 - ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA (EMS-98)

Concepto de intensidad

La escala EM-98

Grados de vulnerabilidad

Edificios de fábrica

Edificios con estructura de hormigón armado

Estructuras de acero laminado

Estructuras de madera

Factores que afectan a la vulnerabilidad sísmica de los edificios

Grados de daño

Cantidad relativa

El emplazamiento

Asignación de daños

Notación

Efectos en el entorno natural

La asignación de grado de intensidad a partir de registros históricos.

Aspectos derivados del uso de las escalas de intensidad

A2 - GLOSARIO DE TÉRMINOS

ÍNDICE VOLUMEN I

UNIVERSIDADE DA CORUÑA
Servicio de Bibliotecas



1700757529